
مسرد
المصطلحات
العلمية
nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم
LEADERSHIP
TWEETS
REPUTATION
SHARING
IMPACT FACTOR
PATENTS
HITS
GRANTS
TRUST
POPULARITY
BUZZWORDS
REFERENCES
PUBLISH OR PERISH
TENURE
CITATIONS
MEMES
TRENDING
AWARDS
التأثير
البحث عن العلوم ذات الشأن
صفحات: 30، و43، و85
علوم الغلاف الجوي
مُستشعِر للرماد البركاني يحلّق عاليًا
باحثون يحلّقون نحو سحابة اصطناعية من الجسيمات
صفحة 21
إدارة النفايات
يجب وقْف نموّ معدّلات النفايات
عجلة النمو السكاني ستتجاوز جهود خَفْض معدّلات النفايات
صفحة 46
الفيزياء التطبيقيّة
علماء المواد يتولّون الزّمَام
تصنيع أجهزة مايكروويف قابلة للضبط إلكترونيًّا
صفحة 65
ARABICEDITION.NATURE.COM
ديسمبر 2013 / السنة الثانية / العدد 15
ISSN 977-2314-55003
© 2013 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature

ديسمبر 2013 / السنــة الثانيـة / العـدد 15

فريق التحرير

رئيـس التحـرير: مجـدي سعيـد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محروس، كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر علمي: نـهى هنـدي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسميـن أميـن
المدير الفني: محـمـد عاشـور
مصمم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السويلم
مستشار الترجمة: د. سلطان المبارك
التدقيق العلمي: د. مازن النجـار
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، جومانا البطوش، حاتم النجدي، داليا أحمد عواد، درويش الشافعي، رضوان عبد العال، سائر بصمة جي، سعيد يس، سمير حفار، شريف توفيق، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، لينا مرجي، مازن النجار، محمد عبد الرؤوف، ناصر ريحان، نسيبة داود، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
الناشر في الشرق الأوسط: كارل باز
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رسالة رئيس التحرير

"وأما ما ينفع الناس فيمكث في الأرض"

منذ أن بدأت مسيرة البحث العلمي في العالم، وهو بحث يهدف إلى نفع بني الإنسان ومجتمعاته، يجيب على أسئلتهم.. يلبي احتياجاتهم.. يحل مشكلاتهم. ومنذ أن تسلمت بلدان العالم المتقدم عجلة القيادة في هذا المجال وهي تتبع هذا النهج، فلا بحوث عبثية، ولا بحوث لغرض تحصيل الشهادات وتعليقها على الحوائط. إننا نرى هذه الظاهرة العبثية في أنظمة التخلف والفساد والاستبداد فقط.

في عدد 17 أكتوبر 2013 من الطبعة الإنجليزية من *Nature* نُشر ملف كامل عن سعي بلدان العالم المتقدم لمراجعة وتأكيد هذا المعنى النفعي (بالمعنى الإيجابي للنفع) في البحث العلمي، وأُطلق على الملف اسم التأثير Impact، وهو الملف الذي جاء في مقدمته المنشورة بالطبعة الإنجليزية: كل منظمة تموِّل الأبحاث تريد دعم العلم الذي يُحْدِث فَرْقًا.. لكنْ لا توجَد هناك صيغة بسيطة لتحديد البحوث المهمّة حقًّا. ومن ثمّ، أصبحت المهمة أكثر صعوبةً مع تقلُّص التمويل، حيث يواجه العلماءُ صعوبةً في التنافس على الموارد وفرص العمل. ولذلك.. أصبح تطويرُ طرق موثوقة لاكتشاف ودعم أفضل الأعمال أمرًا أكثر أهمية من أي وقت مضى.

وفي عددنا هذا الخامس عشر من الطبعة العربية، اقتطفنا من باقة هذا الملف ثلاثة مقالات، نُشر أوّلها على صفحة التعليقات، بعنوان «اقتباسات مفتوحة»، حيث يدعو فيه ديفيد شوتون ـ مدير مكنز الاقتباس المفتوح ـ إلى أن تكون بيانات الاقتباسات البيليوجرافية متاحة بِحُرِّيَّة مجانًا، وهو ما من شأنه – من وجهة نظره – أن يجعل الكثير من الفوائد العامة تتدفق. ومن وجهة نظره أيضًا أنه «في عصر الوصول المتاح للبيانات عبر الإنترنت، من المُشِين ألّا تكون قوائم المراجع بمقالات الدوريّات العلمية متيسِّرة ومتاحة لاستخدام العلماء والباحثين بحُرِّيَّة، فهي عناصر أساسية للتواصل الأكاديمي، تسمح بأنْ يُنْسَب الإنجاز إلى أهله، وتدعم تكامل مشروعاتنا البحثية المستقلة»، وأنه «لتدارك هذا الأمر ينبغي الإقرار بأن بيانات الاقتباس هي من الأمور التي يجب أن تكون مشاعة ـ الأعمال المتاحة قانونيًّا ومجانًا للمشاركة العامة ـ ويجب أنْ تُوضَع في مستودع مفتوح».

أما المقال الثاني، فقد كتبه بريان أوينز في قسم التحقيقات، ونُشر بعنوان «يوم الحساب»، ويتناول فيه سعي العديد من الحكومات إلى «تقييم نوعية الأبحاث الجامعية، مما يثير فزع بعض الباحثين»، كما يتناول التململ الذي أصاب الباحثين والجامعات من التجربة التي أُجريت في بريطانيا؛ للإعداد لـ«إطار التميز البحثي» REF، وهو تقييم واسع النطاق لجودة البحوث في كل جامعة ومعهد عامّ للبحوث في المملكة المتحدة، ومن المقرر أن يجري في عام 2014»، وهو التقييم الذي يُستخدم لتوزيع ميزانية البحوث على الجامعات، وفقًا لترتيبها، كما يُستخدم لتقييم الباحثين؛ ومن ثم إتاحة أو تقليل فرص العمل البحثي أمامهم. ويتعرض المقال لطرق التقييم في كلٍّ من إيطاليا، وأستراليا، مقارنةً بالمملكة المتحدة، فـ«في إيطاليا تجري جهود تقييم ثلاث دراسات منشورة فقط لكل باحث لديه الْتِزَامات تدريسيّة، بينما تقيِّم أستراليا جميع الإنتاج البحثي كجزء من مبادرتها لـ«التميز في البحث العلمي من أجل أستراليا» ERA».

أما المقال الثالث، فقد كتبه أمبر دانس في قسم «مهن علمية» موجِّهًا إيّاه إلى طالبي المنح البحثية بأنْ يتركوا انطباعًا قويًّا لدى مقدِّمي المِنَح، فـ«مراجعو طلبات المِنَح بدأوا في التركيز بشكل متزايد على التأثير العلمي والاجتماعي للمشاريع البحثية المقدَّمة إليهم». ويتناول في المقال الاهتمامَ المتنامي حول العالم «بالتأثير الأوسع للأبحاث»، وهو الاهتمام الذي جعل المؤسسات المموِّلة للبحوث تتشدد في إجراءات طلب التمويل في هذه الجزئية تحديدًا «التأثير». ويحاول أمبر أن يشرح من خلال لقاءاته بعدد ممّن لهم علاقة بالأمر «لماذا هذا التشديد المتزايد؟»، ويجيب على نفسه قائلًا: «يُعزى هذا أساسًا إلى أن الحكومات ـ التي أصبحت جيوبها خاوية أكثر من أي وقت مضى ـ تريد أن تتأكد من أن البحث العلمي الذي تموِّله سوف يعود بالنفع على أرض الواقع». وإذا كانت «الأهمية العلمية لها أولوية كبيرة دائمًا»، إلا أن «النظر إلى ما هو أبعد من المختبرات والجامعات»، و«تحقيق فوائد مجتمعيّة مباشرة» من الأهمية بمكانٍ أيضًا، وذلك يقتضي «فهم طريقة تفكير الآخرين»، حيث يتعلق الأمر «بأنْ تضع نفسك مكان أولئك الأشخاص الذين سوف يستخدمون نتائج أعمالك».

رئيس التحرير
مجدى سعيد



عام من المعرفة

.. للمجتمع بأكمله.



JPL-CALTECH/AMES/NASA

بحرٌ من المعرفة في شتى مجالات العلوم المتنوعة..
الآن في متناول يديك من خلال موقع *Nature* الطبعة العربية



دَوْريّة *Nature* الطبعة العربية تزوِّدك بالأخبار والمقالات العلمية الرفيعة، المختارَة بعناية من الطبعة *Nature* الدوليّة. كما تقدم لك ملخّصات لكل الأوراق البحثيّة المنشورة في الدوريّة العلمية الرئيسة في العالم. هذا.. والأعداد المطبوعة متاحةٌ للأعضاء المشتركين. أمّا محتوى الموقع الإلكتروني، فمُتّاح للجميع، دون مقابل.

والآن، لَدَيْك فرصة للحصول على اشتراك مجاني في النسخة المطبوعة من دوريّة *Nature* الطبعة العربية.
ولمعرفة التفاصيل.. قُم بزيارة هذا الرابط: **http://bit.ly/1f3bGLp**

ARABICEDITION.NATURE.COM





بالمشاركة مع:



nature publishing group npg

المحتويات

ديسمبر 2013 / السنة الثانية / العدد 15

هـذا الشـهـر

افتتاحيات



رؤية كونيّة

أضواء على البحوث

ثلاثون يومًا

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضــوء



تحقيقات

تعليقات



كتب وفنون

مراسلات

تأبين

مستقبليات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث تنمو المعرفة

المحتويات

ديسمبر 2013 / السنة الثانية / العدد 15

أبحاث



على الغلاف

التـأثـيـر

كل منظمة تموِّل الأبحاث تريد دعم العلم الذي يُحْدِث فَرْقًا.. لكنْ لا توجَد هناك صيغة بسيطة لتحديد البحوث المهمّة حقًّا. ومن ثمّ، أصبحت المهمة أكثر صعوبةً مع تقلُّص التمويل، حيث يواجه العلماءُ صعوبةً في التنافس على الموارد وفرص العمل. (ملف نُشِرَ في عدد 17 أكتوبر)، طالِعْ بعضًا منه على **صفحات: 30، 43 و85**

COVER BY LORENZO PETRANTONI.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشهـــــر

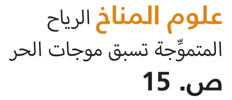
افتتاحيات

رؤية عالمية ينبغي على الجامعات أن تُلْهِم الطلاب بقَدْر ما تعلِّمهم
ص. 10

علم الحيوان تأثير الضوء على السلاحف في المياه الباردة ص. 12



علوم المناخ الرياح المتموِّجة تسبق موجات الحر
ص. 15



أمعِنــوا النــظر في أحــكامكم

المعركة التي طال أمدها للوصول إلى علاج للأمراض النفسية تغيّر مسارها، ولكن مشكلة التحيز والوصم تجاه مَنْ يعانون من ضعف الصحة النفسية لا تزال قائمة.

عندما أشارت «نيتشر» في ديسمبر 2011 إلى أنّ شركة «نوفارتيس» كانت على وشك إغلاق منشآتها المتخصصة في أبحاث الدماغ في بازل بسويسرا، أوضحت أن هذا الإجراء قد اقتفى ـ عن كثب ـ أثر التخفيضات المماثلة من جانب شركات الأدوية المنافِسة. وقد حذَّر التقرير الصادر عن «الكلية الأوروبية للصيدلة النفسية العصبية» قبل بضعة أشهر مِنْ أنّ التخلي عن الأبحاث في مجال الأدوية النفسية الجديدة من قِبَل شركة أسترا زينيكا (AZ)، وجلاكسو سميث كلاين (GSK) وغيرهما يعني «انسحابًا من مضمار البحوث، وهو بمثابة ضياع أمل المرضى وأُسَرهم».

وقد قدمت هذه القصة ـ التي حدثت في عام 2011 ـ بصيصًا من التفاؤل، حيث إن «نوفارتيس» ـ كما ذكرنا آنذاك ـ لم تترك هؤلاء المرضى وأُسَرهم بشكل كامل. فقد خططت لتبديل تركيز أنشطتها؛ لتبتعد عن التنمية التقليدية لأدوية الأعصاب التي تعتمد على الكيمياء والجزيئات الصغيرة، وتتجه نحو العلاجات المعتمِدَة على علم الوراثة، المتعلقة بالاضطرابات النفسيّة والإدراكيّة.

وطبقًا لتقريرنا هذا الأسبوع، فقد حافظت الشركة على وعدها بشكل جيد، حيث أعادت فتح شعبة العلوم العصبية الخاصة بها، وهي الآن في مقر اكتشاف العقاقير العالمية في كمبريدج، بولاية ماساتشوستس، كما وظّفت ريكاردو دولميتش، وهو مدير كبير سابق في معهد ألين لعلوم المخ في سياتل، بولاية واشنطن، كمدير لهذه الشعبة.

وفي الوقت الذي كانت فيه «نوفارتيس» خارج المنافسة، تغيرت بعض الأشياء في مجال الطب النفسي، وإنْ لم تتغير أشياء أخرى. ومن بين الأشياء التي لم تتغير: السهولة التي تبعث على الاكتئاب، والتي يخضع بسببها المرض العقلي للوصم وسوء الفهم. ففي هذا الشهر فقط، وُجِّهت سهام النقد إلى اثنين من المتاجر في المملكة المتحدة ـ «أسدا»، و«تيسكو» ـ وذلك لبيعهما أزياء هالوين تخص «المرضى العقليين» على شبكة الإنترنت، إلى جانب سواطير ملطخة بالدم، وثياب برتقالية مكتوب عليها عبارة «عنبر المجانين» Psycho Ward.

وقد قدمت الشركتان اعتذاريهما عن ذلك، وأزالتا تلك العناصر المسيئة من الرفوف الرقمية لديهما. وإذا كان ذلك خطأ أخرق، وهو الخطأ الذي يستفيد بشكل غير عادل من الصورة النمطية للقاتل المختل في هوليوود، ولا يُعَدّ إساءة متعمَّدة، فمن الصعب العثور على أعذار لصحيفة «ذا صن» *The Sun*، إذ نشرت تلك الصحيفة البريطانية الشهيرة على صفحتها الأولى في السابع من أكتوبر أن «المرضى العقليّون» قد قتلوا 1200 شخص في العقد المنصرم (2001 ـ 2010). وبالنظر إلى التقرير الرصين الذي قدمه مركز الصحة النفسية والمخاطر في جامعة مانشستر، نجد أن الصحيفة شوهت النتائج، وتمكّنت من قلب الأمر الذي يقصده مُعِدُّو التقرير حول مساعدة الأشخاص المصابين بأمراض عقلية. وخلافًا لمزاعم الصحيفة، تَبَيَّن أن هناك نسبة كبيرة من الـ1200 شخص لا يتلقون أيّ علاج، وهم بذلك ليسوا «مرضى»، ولم يخضعوا لأي إشراف من قِبَل النظام المضطرب. وكان هناك كثيرون ـ من بين أولئك الذين يُعالَجون ـ يعانون من مشاكل الكحول والمخدرات، لا من اضطرابات وهميّة شديدة. وكما أوضح التقرير، فإن جرائم القتل على أيدي المرضى الذين يعانون من مرض انفصام الشخصية في المملكة المتحدة قد انخفضت إلى أدنى معدلاتها. وكان الأساس الذي ارتكز عليه «التحقيق الحصري» للصحيفة هو إدانة رجل يعاني من مرض انفصام الشخصية بالقتل الخطأ.

وفيما يبدو، حدث تغيير مشجِّع، تَمَثَّل في أنّ التحيز الذي كُتب من خلاله موضوع صحيفة «ذا صن» يبدو الآن غير متوافق مع المزاج العام، أو ـ على الأقل ـ مع مزاج الجمهور النشط في مجال الوسائل الاجتماعية، حيث ظهرت حملات سريعة على موقع التواصل الاجتماعي «تويتر» تهاجِم المتاجر التي تبيع تلك الثياب. وكما ذهبت «نيتشر» في طبعتها، كانت «ذا صن» في مواجهة مع هجوم مماثِل على الإنترنت.

لقد تغيّر علم الصحة النفسية أيضًا، وتعرف شركة «نوفارتيس» ذلك جيدًا. ففي بداية هذا العام، عندما أصدرت «الجمعية الأمريكية للطب النفسي» الطبعة الخامسة من دليلها التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية، وهو الدليل الرسمي للمرض العقلي، وجَّه النقاد نقدًا لاذعًا للتصنيفات المذكورة فيه، مثل الاكتئاب والاضطراب ثنائي القطب، وطريقة تصنيفها وتشخيصها. وقد حاولت كتب عديدة الغوص في خبايا عالَم الطب النفسي، وعلاقته بتجارة الأدوية، كما تحدث باحثون بارزون حول الحاجة إلى إعادة النظر في أسس المجال كله.

> **«الملايين من الأشخاص معرَّضون للهجوم الرديء من الصحافة الشعبية، ويتأثرون به بشدة»**

ويَرجِع بعضٌ من هذا إلى التقاليد القديمة لعلماء النفس، الذين يفضّلون اتباع نهج شامل عند التعامل مع المرض العقلي، ولا يروقهم ما يرون من اختزال من قِبَل مَنْ ينظرون إلى الكيمياء الحيوية كسبيل للعلاج، إنْ لم يعتبروها السبب الأساسي. ويرجع بعضٌ من هذا أيضًا إلى انعدام الثقة بين علماء النفس وبين شركات الأدوية الكبرى والإحصاءات المذهلة التي تسجل التشخيصات المتزايدة للاضطرابات النفسية والوصفات والأدوية الطبية لمكافحتها. يرجِع الكثير من هذا أيضًا إلى الإحباط الهائل، نتيجة فشل أبحاث الطب النفسي لعقودٍ في إيجاد العلاج لهذه الأمراض؛ مما ترك الملايين من الأشخاص معرَّضين للهجوم الرديء من الصحافة الشعبية؛ ولتأثيره السيئ عليهم.

إن شركة «نوفارتيس» ليست شركة صناعة الأدوية الوحيدة التي تَبَنَّت نهجًا جديدًا لهذه المشكلة، حيث تتخذ شركة «روش» مسارًا مماثلاً. وتحذو شركات أخرى حذوهما بالتأكيد، بسبب حجم السوق، ولكنْ هل بإدراك للأمور بشكل سليم؟ إنّ هذا الأمر مشكوك فيه، حيث لا يزال العلم غير ناضج بشكل كافٍ، ويحتاج موقف كهذا قفزةً شجاعة. وفي النهاية، نتمنى الشفاء لكل مَنْ يعاني مِنْ مرض عقلي. ■

آمــال عريـضة

يجب الحرص على تجنب التوقعات غير الواقعية للقاح الملاريا «موسكيريكس».

لقد حققت اللقاحات نجاحًا لا يضاهَى في مجال الصحة العامة؛ حيث قضت على الجدري، وجعلت شلل الأطفال يقارب على الاختفاء تمامًا من الوجود. ويحافظ التحصين المعتاد للأطفال كل سنة على حياة الملايين منهم من خطر الوفاة بأمراض معينة، مثل الحصبة، والدفتيريا، والكزاز، والسعال الديكي. ولذا.. ليس من المفاجئ أن يميل الجمهور إلى اعتبار اللقاحات مرادفًا للقضاء ـ أو الاقتراب من القضاء ـ على أعدائنا من الميكروبات.

قد يساعد ذلك في تفسير التغطية الإعلامية الشاملة ـ والمتفائلة غالبًا ـ التي تمت خلال الثلث الأول من أكتوبر 2013 لنتائج 18 شهرًا من تجارب المرحلة الثالثة من «موسكيريكس» المرشَّح كلقاح للملاريا (RTS,S/AS01) على أكثر من 15,000 طفل في سبع دول أفريقية. ففي بريطانيا ـ على سبيل المثال ـ صرّحت الصفحة الأولى لصحيفة «الجارديان» *The Guardian* بأن اللقاح «يمكنه الحفاظ على حياة الملايين من الأطفال»، لكن مع الأسف..

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لن يكون الأمر على هذا النحو، حيث لا تؤكد التجارب سوى النتائج المخيبة للآمال، التي ظهرت بعد 12 شهرًا.

ليس للقاح «موسكيريكس» مثلما يعتقد الكثيرون من التأثير الكبير لِلّقاحات، فهو لا يقدِّم سوى حماية جزئية، ومعظم مَنْ تم تطعيمهم باللقاح سيصابون بالمرض في نهاية المطاف؛ وخصوصًا مَنْ يعيشون في مناطق ذات معدلات نقل ملاريا متوسطة أو مرتفعة. وهناك أيضًا التباس فيما يتعلق بفاعلية اللقاح، فقد خلصت تقارير إعلامية عديدة إلى أنه على الرغم من عدم تحقيقه مستويات فاعلية أعلى من 90%، التي حققتها أغلبية لقاحات الأطفال، فمن الممكن أن تكون نتائجه مُرْضِية.. فاللقاح يحقق نسبة انخفاض في الحالات المصابة، قدرها 46% في الأطفال الذين تم تطعيمهم به حين كانت أعمارهم بين خمسة أشهر و17 شهرًا، و27% في المواليد الذين تراوحت أعمارهم بين ستة أسابيع و12 أسبوعًا.

«لم يصل اللقاح إلى الهدف المطلوب الذي وضعته منظمة الصحة العالمية»

ليس الأمر على هذا النحو.. فأرقام الفاعلية المعطاة لموسكيريكس ليست قابلة للمقارنة بشكل مباشر مع تلك المعطاة لِلّقاحات عادةً. ويتمثل المقياس التقليدي لمدى نجاح لقاح ما في عدد الأشخاص الذين يظلون متمتعين بالوقاية من المرض بعد فترة معينة من التطعيم، ولتكن 12 شهرًا مثلًا. ولأنّ «موسكيريكس» لا يقدم سوى حماية جزئية؛ يتم استخدام مقياس فاعلية مختلف، يتمثل في نموذج إحصائي معقد، يحسِب نِسَب الخطر في ضوء أول عوارض إكلينيكية من الملاريا. وقد اعترف مصممو النموذج أنفسهم بأن «فاعلية اللقاح المحسوبة من نِسَب الخطر ليست بديهية، وعدم القدرة على فهمها بسهولة هو نقطة ضعف». ويُعَدّ هذا أمرًا صحيحًا تمامًا.. فبين أيدي الخبراء والوكالات الرقابية يقدم هذا النموذج مقياسًا صالحًا لفاعلية لقاح يقدِّم حماية جزئية، ولكنه من السهل إساءة تفسيره بواسطة وسائل الإعلام والساسة وصناع القرار.

من غير الممكن أن يستنتج علماء الخارج حساب فاعلية أكثر ملاءمةً من بيانات الـ18 شهرًا، حيث تم وصفه في البيانات الصحفية باختصار من قِبَل راعِيَي اللقاح، المتمثلَيْن في: مبادرة لقاح الملاريا (MVI) من مؤسسة باث (PATH) في سياتل بواشنطن، وشركة جلاكسو سميث كلاين GlaxoSmithKline (GSK)، التي يقع مقرها الرئيس في برنتفورد ببريطانيا. هذا.. (وتخضع الورقة البحثية والبيانات الداعمة لها للمراجعة في دوريّة من الدوريّات). وتطبيق مقياس مألوف لنجاح لقاح ما على الأرقام المنشورة لتقديرات الـ12 شهرًا ـ التي تتوفر بياناتها المفصّلة ـ يؤدي إلى خَفض فاعلية اللقاح بأكثر من الثلث (انظر العدد 478 من الطبعة الدولية من دوريّة «نيتشر» 2011؛ *Nature*، **439**-440). يبدو كذلك أن تأثير الحماية الخاص باللقاح يبدأ في التلاشي بعد ستة أشهر.

ربما تكون الانخفاضات التي تحققت في حالات الملاريا الحادة مُبَشِّرة بشكل أكبر، والتي تم إعداد تقاريرها بطريقة مألوفة. ومع ذلك.. وعلى الرغم من أن نسبة انخفاض قدرها 36% وردت في التقارير تخص أطفالًا تتراوح أعمارهم بين خمسة أشهر و17 شهرًا، فإن نسبة الانخفاض المقدرة بـ15%، التي تحققت لدى المواليد الذين تتراوح أعمارهم بين ستة أسابيع و12 أسبوعًا، لم تكن نسبة كبيرة. وقد كانت هذه الفئة العمرية هي الهدف الرئيس للتجربة، لأنه من المحتمل ـ لأسباب إدارية ـ أن يتم إعطاء أي لقاح للملاريا جنبًا إلى جنب مع التحصينات المعتادة في هذه السن.

كان العديد من المشاركين في اختبار اللقاح قادرين على استخدام تدابير أخرى لمكافحة الملاريا، منها استخدام «الناموسيات» المعالَجَة بمبيدات الحشرات، والعلاج الفعال بالأدوية، ولذا.. يمكن للقاح تحقيق منفعة أكبر للأشخاص الأكثر عرضة للملاريا. ومع ذلك.. كلقاح يقدِّم حماية جزئية من الملاريا، لا يصل اللقاح إلى الهدف المطلوب الذي وضعته منظمة الصحة العالمية (WHO) في عام 2006، التي صرحت بأنه يجب أن يشتمل على «فاعلية حماية بنسبة أكثر من 50% ضد المرض الحاد والوفاة، وأن تستمر تلك الفاعلية لأكثر من عام».

إنّ العمل سوف يستمر، ولن تتوفر بيانات الجرعة المعززة ـ التي تم إعطاؤها بعد 18 شهرًا ـ إلا في العام القادم. ومن المتوقع أيضًا اختبار «موسكيريكس» في تركيبة مع لقاح آخر تم تطويره بواسطة باحثين في جامعة أكسفورد في بريطانيا؛ وذلك في تجربة إكلينيكية ذات مرحلة مبكرة. وفي الوقت نفسه، من المتوقع أن تلقى تجارب «موسكيريكس» استحسانًا؛ لِتَرْكها تراثًا باقيًا فيما يتعلق بالتعاون غير المسبوق مع علماء أفريقيين قادوا الدراسة، وبنية أساسية رفيعة المستوى للتجارب الإكلينيكية في القارة.

لقد استمر العمل على «موسكيريكس» حوالي ثلاثين عامًا. فمنذ عام 2001، أنفقت «مبادرة لقاح الملاريا» حوالي 200 مليون دولار أمريكي على هذه التجارب، وقدمت شركة «جلاكسو سميث كلاين» أكثر من 350 مليون دولار، مع تخصيص أكثر من 260 مليون دولار لإتمام تطوير اللقاح. إنّ التأثير الكبير لِلّقاحات في السابق سوف يزيد من أوهام آثار الحصول على «لقاح» للملاريا، ولكن الفاعلية المتواضعة للقاح «موسكيريكس» تعني أنه سيكون في منافسة بشكل مباشر مع تدابير أخرى للسيطرة على الملاريا؛ التي قد يكون الكثير منها أقل تكلفة. ويجب الحرص على تجنُّب التوقعات المبالَغ فيها، التي لن تحقِّق سوى الإحباط بخصوص تأثير اللقاح المحدود المحتمَل على الصحة العامة. ■

خريـطة مغناطيسيـة

يقدم لنا الكيميائيون طريقة للاستدلال على التفاوت المحيِّر في درجات الحرارة داخل المفاعلات.

تبدأ معظم المنتجات الكيميائية في صورة بترول، وتعتمد معظم العمليات المستخدَمة لتحويل البترول إلى لدائن ووقود وغيرها على المحفِّزات. ومع أخذ حساسية المحفزات وإمدادات الأرض المتناقِصة من البترول في الاعتبار، قد تظن أن هذه التفاعلات تحديدًا هي الأكثر دراسة وفهمًا من قِبَل الكيميائيين.

وللأسف، ليس الأمر كذلك.. إذ يُعَدّ ما يَجري داخل المفاعلات الصناعية شيئًا غامضًا بالنسبة لعديد من الكيميائيين والمهندسين الكيميائيين الذين يعملون مع أعداد هائلة من المواد التفاعلية، بدلًا من محتويات الماصّات المعمليّة. ويمكن تشبيه هذا الأمر بالصندوق الأسود، فعندما تعرض بعض الكتب الدراسية والأبحاث الأكاديمية المتعلقة بهذا الموضوع رسومًا للعمليات الكيميائية، فإنها تمثل المفاعل ـ الذي يُعَدّ قلب مجتمعنا الصناعي ـ كصندوق أسود بالفعل. وحين يرغب مهندسو تلك العمليات في معرفة ما يجري بالداخل، وبالتالي معرفة كيفية جعله أكثر فاعليةً وأمنًا أو أكثر مراعاةً للبيئة، فإنهم يقيسون الناتج ويقارنونه بما تم إدخاله، ثم يقومون بتخمين مدروس.

إثر نمو القدرات الحوسبية، تمت تسمية هذا التخمين المنطقي بـالنَّمْذَجة (Modelling)، وهي بمثابة إعادة إنشاء العمليات المحفِّزة التي تحدث في المفاعلات باستخدام رياضيات معقدة؛ لإعادة تمثيل العلاقة بين المواد التفاعلية والمنتجات، وكل ما يتعلق بهما. هذا.. ويوفر كل من انتقال الحرارة وحركيات السوائل وحركيات تفاعل السطح، النظام الأساسي النظري لمثل هذه النماذج، ولكن كما هو الحال في كل النماذج، فهي تعتمد على ملاحظات من الواقع لجعلها أكثر واقعية. ويُرْجِعنا هذا إلى الصندوق الأسود، ويُرْجِعنا غالبًا إلى السؤال الأكثر بساطةً بخصوصه؛ وهو: ما مدى سخونة البيئة داخل المفاعلات؟

كُلّ مَنْ أَعَدّ كعكةً مِن قَبْل، يعرف أن لدرجة الحرارة وتفاوتها داخل الفرن تأثيرًا حاسمًا على النتيجة النهائية. ويعرف أيضًا أن درجة حرارة معيَّنة قد لا تكون مناسبةً للخَبْز، إذا كان اتساع الفرن كبيرًا جدًّا، وأنه حتى مع أفضل توزيع لدرجة الحرارة، قد تنشأ مواضع باردة بين الأرفف المنخفضة، أو فوق صينية الخَبْز. والآن، تخيَّلْ أنّ كعكتك المفضلة تعتمد على تصادمات عشوائية داخل عاصفة فوارة من الغاز مرتفع الضغط، وعلى محفِّزات متغيِّرة غير متوقعة، وأنه مطلوبٌ منك تسليم 3000 كعكة في الساعة.

إنّ وجود خريطة موثوق بها لدرجات الحرارة وتفاوتها داخل المفاعل الكيميائي سيكون شيئًا قيمًا. وقد حاول الكثيرون عمل هذه الخريطة، وكان ذلك غالبًا عبر وضع مجسّات عند نقاط استراتيجية، وكانت المشكلة تكمن في المفارقة الأزليّة التي تقضي بأنّ عملية القياس ذاتها تؤثر على ما يتم قياسه.

في عدد 24 أكتوبر من الطبعة الإنجليزية لدوريّة «نيتشر» يعرض الكيميائيون حلًّا لتلك المعضلة، حيث تقوم «نانيت جارين-واتانانون» ـ وزملاؤها بجامعة كاليفورنيا في لوس أنجيليس ـ بشرح كيفية استخدام المجال المغناطيسي لماسح رنين مغناطيسي نووي (NRM)؛ من أجل استنباط النقاط الساخنة والباردة بدقة في مفاعل يقوم بهدرجة البروبيلين. وقد صرّحوا بأن الأجزاء الأكثر سخونة من المفاعل ـ تحت الظروف الصحيحة ـ تشير إلى نقاط الذروة الأضيق في أطياف الرنين المغناطيسي.

ثمة تماثل هنا، حيث تم تسليم الرنين المغناطيسي النووي إلى علماء الأحياء في السبعينات، وأُعيدت تسميته؛ ليصبح «التصوير بالرنين المغناطيسي» MRI. وتوصّل علماء الأحياء إلى طريقة لاستخدام التصوير بالرنين المغناطيسي؛ لاستشعار درجة الحرارة عن بُعْد داخل الجسد البشري. وحاليًا يستعيد الكيميائيون تلك الأداة ووظيفتها. ورُغم أن ذلك لا يعدو كونه تأكيدًا للمفهوم القائل بقدرة الرنين المغنطيسي على قياس درجات الحرارة، فإنه يدفعنا ـ بشكلٍ أو بآخر ـ باتجاه فتح هذا الصندوق الأسود الغامض. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مفارَقــات مرحــة

أظهرَ نصفُ قرن من مسلسل «Doctor Who» الإمكانيات الدرامية للعلم في الفن.

يمكننا القول إن شهر نوفمبر يشهد أهم احتفال بيوبيل ذهبي تم في أي زمان ومكان. نعم، لقد مضى 50 عامًا منذ إذاعة الحلقة الأولى من مسلسل «دكتور هُو» *Doctor Who*، مغامرات الشخصية التي أصبحت أكثر شخصيات التلفاز المسافرة عبر الزمن شهرةً. في هذا العدد، يتناول عالِم الكونيات أندرو جافي حقائق وخرافات السفر عبر الزمن، كرحلة مجازيّة خياليّة مستمرة. وكما أشار، يُعَدّ التجاهل المرِح الذي قام به مسلسل «دكتور هو» لتناقضات السفر عبر الزمن شيئًا مفيدًا، إذ يوجد خطر في التعامل مع هذه الأشياء بجدية مفرطة، حيث تُعَدّ القصة نفسها والمواقف التي توفرها للمشاركين فيها أكثر أهمية.

في قولٍ آخر.. قد يكون السفر عبر الزمن مستحيلًا في الحياة الحقيقية، ولكنْ ما المشكلة في ذلك؟ إن استخدام مفارَقات السفر عبر الزمن شيء مبهج ومرِح، ويلهم الملايين الذين لم يخطر بمخيِّلاتهم أنْ يفكروا في احتمالاتها، على الأقل من الناحية الدراميّة. ومع ذلك.. هناك نقطة وجيهة تجب الإشارة إليها: إذا كان السفر عبر الزمن غير قابل للتصديق، فهل يكون هناك خطر من عدم قدرة القراء أو المشاهدين على وقْف عدم التصديق به طوال مدة القراءة أو العرض؟ بالطبع، ولكن إذا كانت الكتابة جيدة بما يكفي، فسيتمكن الجمهور من متابعة الرحلة طوال مدتها، دون التشكيك في واقعية التنين، أو كريستالات الدليثيوم، أو ملاحظة المفارقة المرحة الخاصة بمهندس سفينة الفضاء في فيلم «ستار تريك» *Star Trek*، الذي يشتكي قائلاً: «لا يمكنك تغيير قوانين الطبيعة، سيدي الكابتن». لهذا السبب.. يبذل المؤلفون والفنانون وصُنّاع الأفلام قصارى جهدهم لجعل التفاصيل الصغيرة تبدو صحيحة؛ من أجل تشويق الجماهير، بدلاً من القلق حيال الأفكار الأساسية، كالسفر عبر الزمن مثلًا. وكما يتذكر عالِم الحيوان آدم سامرز أثناء الاستعانة به من قِبَل شركة «بيكسار» Pixar لأفلام الرسوم المتحركة؛ لاستشارته بخصوص فيلم «البحث عن نيمو» *Finding Nemo* في عام 2003، اهتم الفنانون اهتمامًا بالغًا بالتفاصيل؛ لجعل أعمالهم الإبداعية قابلة للتصديق، رغم أنه ليس بإمكان السَّمَك التحدث بالفعل (دوريّة «نيتشر» *Nature*، العدد 427، صفحتا 672 و673؛ عام 2004).

مع ذلك.. يُحْجِم بعض المؤلفين عن وضع عناصر غير قابلة للتصديق في قصصهم، وخصوصًا إذا كانوا يعتبرون أنفسهم مهتمين بالعلم. في روايته «المنظر الزمني» *Timescape* في عام 1980، منح الفيزيائي جريجوري بنفورد نفسه إمكانية إرسال المعلومات إلى الماضي عبر الزمن، بل وإرسال الأشخاص والمعدات؛ وهو تقييد تُجنَى ثماره في النهاية، إذ نرى أن الأشخاص الذين يعانون من الأزمات البيئية في المستقبل يظلون يعانون منها، حتى لو أرسلوا تحذيراتهم إلى عالَم الماضي؛ كي ينقذ نفسه.

تُعَدّ إمكانية سفر السفن الفضائية بأسرع من سرعة الضوء لمسافات شاسعة من الموضوعات الأساسية في الخيال العلمي؛ وأحد الأشياء المستحيلة بالتأكيد. ففي تعليق على روايته «أغاني الأرض البعيدة» *The Songs of Distant Earth* في عام 1986، كتب الراحل آرثر سي كلارك: «يبدو من المؤكد الآن أنه لا يمكننا تَخَطِّي سرعة الضوء في الكون الحقيقي مطلقًا. وحتى أنظمة النجوم الأقرب إلينا ستبقى على بُعد عقود أو قرون.. فلن تتمكن أي سفينة ـ مثل «وارب 6» الخيالية ـ أن تنقلك عبر الزمن من حلقة إلى أخرى كل أسبوع، كما في الدراما. إنّ الله لم يخلق الكون ليعمل بهذه الطريقة الدرامية». هذا.. ويَستخدِم كلارك هذا التقييد لتعزيز الأثر الدرامي، إذ لم تمنعه القيود من استخدام هذه المستحيلات، كالاستفادة من طاقة الفراغ أو السُّبات الحيوي، وهو تعطيل وظائف جسمٍ أو كائنٍ لوقت معيّن.

ربما كان الناقد الأكثر اندهاشًا لمثل هذه التحسينات التقنية هو ج. ر. تولكن، مبدِع شخصيات «الهوبت»، وذلك وفقًا لما تم الكشف عنه في قصته التي لم يتمها، التي أطلق عليها اسم «أوراق نادي المفاهيم» *The Notion Club Papers* (التي تم نشرها عام 1992 بعد وفاته في «هزيمة سارون» *Sauron Defeated*، وتم تحريرها بواسطة ابنه ووصيه الأدبي كريستوفر تولكن). تدور معظم القصة في مناقشة بين الأكاديميين والكُتّاب حول عدم الأمانة في السَّبْر العلمي لاستخدام «معزِّزات الحبكة»، المعروفة باسم MacGuffins (بالإنجليزية)، لتيسير الانتقال في سياق القصة أو الفيلم. وإذا أصرّ شخص على القيام بمثل هذا الأمر، فربما يحلم أيضًا بأنه على المريخ، أو أنه يلوِّح بعصا سحرية. تتمحور القصة حول نقد قصة «أوّل رجال وقفوا على سطح القمر» *The First Men on The Moon* للكاتب هـ. ج. ويلز (عام 1901)، التي يقوم فيها خصم البطل، وهو د. كيفور، باختراع مادة «الكيفوريت» التي تعزل الأشخاص والأشياء عن الجاذبية. تقول إحدى شخصيات تولكن شاكيةً: «لا يمكن معاملة الجاذبية بهذه الطريقة. إنها أساسية. إنها بيان الكون بمكانك فيه. ولا يمكن خداع الكون بمادة يبدو اسمها علميًّا، ولا حتى بواسطة الشعوذة». وهذا مما يرجِّح ـ على غير المتوقَّع ـ أنه حتى إذا كانت أشياء مستحيلة، مثل السفر عبر الزمن والسفن الفضائية التي تتخطى سرعة الضوء، فإن كُتّاب الخيال العلمي ـ الذين حققت مؤلَّفاتهم أعلى نسبة مبيعات في العالم ـ يعرفون بعض الأشياء عن النظرية النسبيّة. ■

اتـّبِـع الحُشــود

سلوك الملايين من حبّات الخرز الصغيرة للغاية يكشِف عن بعض أسرار الحركة الجماعية.

هناك جدل دائر بشأن الحكمة المزعومة للحشود، ولكنْ لا ينبغي لأحد أن يساوره شك في قدرتها على اتخاذ القرارات الجماعية. فأسراب طائر الزرزور تنحرف في انسجام تام، وكأنها دوّامات من الدخان في سماء صيفية. وقطعان السَّمَك تسبح بشكل متعرج، وتغيّر من اتجاهاتها، كما لو كانت تستجيب لصدمات كهربائية. وكذلك أسراب الجراد وجموع البشر يمكن أن تتحرك في اتجاهات مختلفة وغير مدروسة تمامًا، وحتى البكتيريا البسيطة تتمتع بسلوك جماعي.

تتمتع الأفراد في كل هذه النظم بقدرات مختلفة تمامًا فيما يخص التواصل مع بعضها البعض؛ لتوفير المعلومات بشكل فعّال حول مقاصد تحركاتها. والسؤال إذن يكون: لماذا يبدو السلوك الجماعي عبر جميع هذه المستويات متشابهًا جدًّا؟ هل هناك بعض الإحساس غير المعلوم الذي يسمح للأفراد ـ التي تشكِّل مثل هذه الحشود الذكية، على ما يبدو ـ بتوجيه أنفسها؛ كحكمة قديمة مثلًا؟ فعلى الرغم من سهولة ملاحظة مثل هذا السلوك، فقد ثبت أنه من الصعب التقاطه في نماذج مادِّية بسيطة. وإذا تمكّنّا من السيطرة عليه؛ فيمكن للمعلومات التي قد تظهر لنا أن تساعد المهندسين في تطوير أجهزة روبوت محتشِدة، وتصميم تدابير أكثر أمانًا؛ للسيطرة على الحشود.

في ملخصات أبحاث عدد 7 نوفمبر، أفاد باحثون من فرنسا بأنّهم قد استحثوا حركة جماعية في ملايين من حبّات الخرز البلاستيكية الصغيرة. فالكريات الصغيرة ـ كما يقول الباحثون ـ يمكنها أن تشعر باتجاه جيرانها الدوّارة، وتضبط تحركاتها الخاصة تباعًا. وبهذه الطريقة، يمكن للعلماء تشجيع حبّات الخرز لمتابعة الحشود، وذلك ببساطة عن طريق سكب المزيد منها داخل المنظومة.

وَضَعَ العالِم دِنِيس بارتولو وزملاؤه أداةً لتعليق مادة سائلة من حبّات الخرز في مضمار مصغر بين لوحين من الزجاج، وراقبوا ما حدث عند توصيل مجال كهربائي. تسبَّبت صفة المزاوَجة الديناميكية للموائع الكهربائية ـ التي تسمَّى دوران كوينكه (Quincke) ـ في انتفاض حبّات الخرز؛ ومن ثم شروعها في الدوران. في البداية، تحركت حبّات الخرز بسرعة ثابتة في جميع الاتجاهات. وبعد إضافة المزيد من حبّات الخرز، وتخطِّي عددها للنقطة الحرجة؛ بدأت حبّات الخرز في تشكيل حشد؛ وتحوّلت حركتها الفردية إلى حركة متماسكة في اتجاه موحد، وكأنها سرب من الطيور. يقول العلماء إن هذا يحدث، لأنّ المجالات الدوّارة يمكن أن تشعر باتجاه جيرانها من خلال التفاعلات الهيدروديناميكية البسيطة والتفاعلات الكهربائية.

ومن الكرات البلاستيكية إلى الغبار الذكي.. قد تكون هناك آثار مثيرة للاهتمام بالنسبة إلى العمل الذي يهدف إلى تسخير الجسيمات المجهرية الدقيقة ذاتية الحركة والمحتشدة، مثلًا، لتشخيص المرض، أو تحسين الاتصالات. يقول الكاتب مارك توين: «كلما وجدت نفسك في صفّ الأغلبية، فهذا هو الوقت الذي يجب فيه أنْ تتوقف وتتأمل». وفي بعض الأحيان، تكون الأغلبية هي الجديرة بالاصطفاف معها. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



A. AWAD

ينبــغي على الجــامعات أن تُلْهِم الطــلاب بقــدر ما تــعلِّمهــم

ترى **رنا الدجاني** أن دور التعليم في العالم العربي ينبغي أن يتجاوز حدود الكتاب المقرَّر، لئلا يُلْقِي بعدها بالطلاب إلى مستقبلٍ يكتنفه الغموض.

يمثِّل التعليم اليوم إحدى القضايا الكبرى في أروقة الأمم المتحدة، حيث يناقش المسؤولون والعلماء وخبراء التعليم العالي كيفية تحديث أهداف التنمية الألفية للمنظمة. وإحدى الأفكار هي وجوب أن يكون البديل المُقترَح ـ وهو أهداف التنمية المستدامة ـ أوسع في اهتمامه من دائرة التعليم المدرسي، وأن يشتمل على جودة التعليم العالي. لقد مرّ عديد من قراء دوريّة «نيتشر» بتجربة التدريس في الجامعات، ونجح كثير منهم في توصيلها، ولكنْ على الجميع أن يدلي بدلوه أيضًا في هذا الشأن.

وقد خلص فريقٌ رفيع المستوى، تم تشكيله من قبل المفوضية الأوربية لعمل تقرير عن جودة التدريس بمؤسسات التعليم العالي بالمنطقة، إلى أنّ جودة التدريس «مخيِّبة للآمال بصورة مُحرِجة». وأضاف التقرير ـ الذي نُشر في شهر يونيو الماضي ـ أنّ «الالتزام الجاد بالممارسة المثالية في توصيل مهمة التدريس الأساسية لا يتسم بالشمول، وهو ـ في أفضل الأحوال ـ مشتّت، ويعتمد كثيرًا على الالتزام الثقافي لأفراد قلائل». وعبَّر التقرير عن مشكلات مشابهة، يعاني منها التعليم العالي بالولايات المتحدة.

تغدو المشكلة أكثر تعقيدًا عندما تكون في خلفية المشهد حالةٌ من عدم الاستقرار الاقتصادي. وقد أشار العالِم الصيني تشيانج وانج في هذا القسم ـ في وقتٍ سابق من هذا العام (انظر: *Nature* **499**, 381; 2013) ـ إلى وجود حالة من الفصام المثير للقلق بين ما يدرسه الطلاب بالمدارس والجامعات من جانب، والمهارات التي يحتاجونها في الواقع من جانبٍ آخر. كان وانج يتحدث عن الصين، إلا أن الطلاب في كل مكان يواجهون المعضلة نفسها. نحن بحاجة إلى أنْ نعلِّم شبابنا أنْ يكونوا مبادِرين؛ حتى يتمكنوا من خلق فُرَص عمل خاصة بهم، بغض النظر عن وضع الحالة الاقتصادية.

الطلاب في العالم العربي يواجهون ـ إضافة إلى كل ذلك ـ حالةً من عدم الاستقرار السياسي، أبرزتها أحداث الربيع العربي، وما ترتَّب عليها من اضطرابات مستمرة. وبغض النظر عن بعض التطورات التي شهدها التعليم ـ كعمليات التسجيل بالمدارس، على سبيل المثال ـ إلا أن هناك حاجة ماسة إلى استراتيجيات تعليمية مبتكرة، حيث تقتصر جهود إصلاح التعليم في هذه البلدان على إنشاء المباني والمَرافق، ووضع المناهج الدراسية. ويتم تقديم المعارف والمعلومات والنظريات باعتبارها حقائق غير قابلة للنقاش، الأمر الذي يخلق في النهاية طلابًا يحاربون الأفكار النقدية، ويفتقرون إلى كافة مهارات التحليل وحل المشكلات التي نحتاج إليها؛ لتحقيق النجاح.

إننا بحاجة ماسة إلى تشكيل وتطوير أنظمتنا التعليمية. وعملية إعادة إنتاج النماذج الغربية في التعليم تمثل أخطارًا عدة، منها تجاهل التركيب السياسي والديني والثقافي الخاص بمنطقتنا. وعلى عكس ما يعتقد البعض، فإن التعاون البَنّاء بين الشرق والغرب مرهون بتوسع العالم العربي في البرامج التعليمية المبتكرة الخاصة به.

وقد قدمتُ خلال مسيرتي التدريسية للأحياء الخلوية لطلاب الجامعة بالأردن بعض الأفكار المبتكرة؛ بهدف تشجيعهم على التفكير بأنفسهم. ووسائل الإعلام ـ كما هو معلوم للجميع ـ غالبًا ما تعطي تقارير غير دقيقة عن العلوم. لذا.. فقد طلبتُ من الطلاب القيام بتحديد أحد الموضوعات في الراديو، أو التلفاز، أو إحدى الصحف؛ لاختبار مدى مصداقيتها، ومكاتبة المؤسسة الإعلامية بعد ذلك؛ لإعطائها موجزًا عما توصلوا إليه من نتائج، مع إضافة مذكرة عن تأثير المعلومات المضلِّلة على المرضى وغيرهم من العامة، وضرورة تحديد مصدر المعلومة.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/i1mhji

هذا مِثالٌ لما يطلِق عليه التربويّون «التعلم الخِدْمِي». فالطلاب يتعلمون عبر أبحاثهم الخاصة، بينما يؤدون ـ في الوقت ذاته ـ خدمةً للمجتمع. وهذا نظريًّا ما يمكن أن يؤدي إلى تطوير الطريقة التي تُقَدَّم بها العلوم في المستقبل. ويساعد التعلم الخدمي الطلاب على تجاوز الحقائق الجامدة؛ فيكتشفون العلاقة بين المعرفة، والحياة الواقعية، وكيفية تأثير هذه العلوم في المجتمع، ويدركون دورهم في بناء هذا المجتمع، فضلًا عن اكتسابهم قيمة الإحساس بالمسؤولية. وعند التخرج، يكتسب هؤلاء الطلاب مزيدًا من الثقة؛ لإحداث التغيير، حتى لو كان ذلك في عالَمٍ يعاني من البطالة، أو عدم الاستقرار.

> هدفنا من **التعليم** يجب أن يتحوّل إلى **إشعال الحماس** في قلب كل **فرد.**

ويَجِد كثيرٌ من الطلاب الجامعيين أنفسهم غير منجذبين إلى ما يدرسونه من مناهج، نظرًا إلى كونها مفروضةً عليهم. أرى ذلك بنفسي مع بعض طلاب منهج الأحياء الجزيئي. ولاستثارة اهتمامهم، أعطيهم رواية ذات صلةٍ ليقرأوها، مثل رواية «راديو داروين» *Darwin's Radio* لـجريج بير. فبالإضافة إلى تغطيته للمفاهيم الأساسية للأحياء الجزيئية، يناقش هذا الكتاب أخلاقيات يمكن تطبيقها في المواقف الحياتيّة. إن المناقشات داخل الفصول ستكون أكثر حيوية بمناقشة الشخصيات والأفكار الرئيسة، وهنا سيقوم الطلاب بإثارة نقاط متعددة لتناول قضية معينة. وفي السياق ذاته، يمكن استخدام المسرح لتدريس الآليات الحيوية، حيث يساعد إشراك الطلاب بصورة شخصية في عالَم ثلاثي الأبعاد على دفعهم للتفكير في الآليات من منظور جزيئي؛ ومن ثم تحقيق فَهْم أفضل لحدود وتحديات وإمكانات وجمال الخلايا.

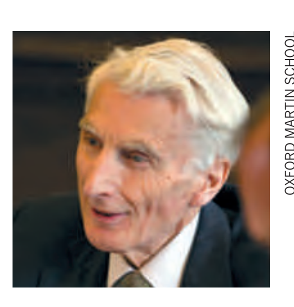
إنّ مجتمعاتنا في غِنًى عن طلاب لا يُحْسِنون غير مذاكرة الكتب الدراسية. إن حاجتنا الحقيقية هي إلى طلاب قادرين على الانخراط في المجتمع بصورة أكثر إيجابية. وبالرغم من ذلك.. فإن التعليم العالي يركز على الأولى، بينما يهمل الثانية. نحن جميعًا أصحاب مشاريع ومُبَادِرُون محتمَلون فيما يتعلق بتحديد المشاكل، ولكن يبقى التحدي الأكبر، الذي يفشل فيه دائمًا التعليم التقليدي، والذي يكمن في قدرتنا على تجاوز الشكوك والمحظورات، واتخاذ إجراء فعليّ. إنّ هدف التعليم العالي ينبغي أن يتمثّل في تعليم الطلاب كيفية تطبيق ما اكتسبوه من معارف ومهارات في عالَم حياتهم اليومية.

وكما قال الشاعر ويليام بَتـلر ييتس: «إنّ التعليم لا يكمن في تعبئة الدلو، وإنما في إشعال النيران». ولذلك.. فهدفنا من التعليم يجب أن يتحوّل إلى إشعال الحماس في قلب كل فرد. ■

رنا الدجاني أستاذ مساعد الأحياء الجزيئية بالجامعة الهاشمية، الزرقاء، الأردن، وأستاذ زائر سابق بمؤسسة «فولبرايت»، جامعة ييل.
البريد الإلكتروني: rdajani@hu.edu.jo

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث


OXFORD MARTIN SCHOOL

حان الوقت لإحصاءات عالمية يُعْتَمَد عليها

كثيرًا ما تطيح التقييمات القائمة على بيانات مغلوطة بالسياسات العامة، على حد قول **مارتن ريس** الذي يدعو إلى تأسيس مؤسسة دولية لمراقبة البيانات.

صار العِلْم شائعًا ومتداخلًا مع السياسة العامة، وكل مَنْ يمارس نشاطًا في هذا المجال على دراية بالتمحيص الشديد المستحق الذي تتعرض له الأدلة العلمية. ورغم ذلك.. فالكثير من البيانات التي تشكِّل الجوانب المحورية للسياسة العامة وتحددها، كالارتقاء بالصحة والحد من الفقر، تظل دون المستوى.

يقدم لنا تقرير نُشِر في منتصف أكتوبر 2013 توصيةً أساسية لمواجهة هذه الفجوة في جودة البيانات؛ ألا وهي تأسيس وكالة دولية جديدة تُعرف باسم وورلدستات (Worldstat). ومن المقرر أن تُجْرِي تلك المؤسسة عمليات مراقبة الجودة على الإحصاءات العالمية، وتُقَيِّم ممارسات جمع البيانات وتحسنها، وتراقب سوء استخدام الإحصاءات. هذا الدور شديد الأهمية؛ فإنْ لم تجمع وتنشر جميع الدول بيانات موثوقة وقابلة للمقارنة حول موضوعات معينة، كالأمراض، والدخل، والتوظيف؛ لن يكون في إمكاننا الاعتماد على المقارنات الدولية لبيانات النمو الاقتصادي، والصحة، ومتوسط الأعمار، وما إلى ذلك.. ولا يمكن أن تشكِّل هذه البيانات أساسًا متينًا للعمل من قِبَل الحكومات أو الوكالات الدولية.

هذا المقترح جزءٌ من مجموعة أكبر من التوصيات التي انبثقت عن عملية دامت عامًا كاملًا، قامت بها لجنة أكسفورد مارتن لأجيال المستقبل (Oxford Martin Commission for Future Generations)، التي شاركت فيها كعضو. يرأس اللجنة باسكال لامي، المدير العام الأسبق لمنظمة التجارة العالمية. ويتمتع أعضاء اللجنة ـ البالغ عددهم تسعة عشر عضوًا ـ والوافدون من العديد من الدول بخلفيات سياسية ومهنية متنوعة، وخبرات واسعة. وقد لمَّ شملهم وجمَعهم على طاولة الحوار قلقهم المشترك من تعرُّض فرصنا لمستقبل عالمي واعدٍ عادلٍ مستدام للخطر، بسبب السياسة الحديثة، وانشغال شركات الأعمال ـ أكثر من اللازم ـ بالضغوط قصيرة الأجل على حساب الاحتياجات طويلة الأجل.

وقد أثمر عملنا عن نشر «الآن من أجل المستقبل البعيد»، وهو تقرير يقترح مجموعة من المبادئ الهادفة إلى التغلب على العوائق السياسية والثقافية التي تَحُول دون وجود رؤية طويلة الأجل (انظر: www.oxfordmartin.ox.ac.uk/commission). ويقدم التقرير مقترحات عملية؛ بغية إحراز تقدُّم في مسألة تغيُّر المناخ، والحدّ من انعدام التكافؤ الاقتصادي، والارتقاء بالممارسات المؤسسية، والتعامل مع العبء المزمن للأمراض.

تتباين البيانات تباينًا شديدًا حول العالم، لدرجة أنه في الكثير من المجالات يكاد يستحيل استخلاص مقارنات يُعتمَد عليها. وكثيرًا ما تكون المعلومات ببساطة غير متاحة. إنّ ندرة البيانات الخاصة بمؤشرات أساسية - كمتوسط الدخل في الدول الفقيرة، ولا سيما في أفريقيا ـ يصعِّب تقييم المستوى الحقيقي لعدم المساواة والأسباب المؤدية إليه. حتى في المملكة المتحدة هناك مخاوف من مقترحات مقدَّمة لأجل إلغاء التعداد العِقدي للسكان (الذي يقام كل 10 سنوات) بشكله التقليدي؛ وأيًّا كانت التغييرات التي ستطرأ بعد فترة الاستشارات الجارية، يجب ألا تهدد عملية جمع البيانات المحورية، أو القدرة على مراقبة الأنماط طويلة الأجل.

إن البيانات غير الموثوقة أو المنقوصة تعوق الحكم السديد. ولا يستطيع المرء أن يُقَيِّم تقييمًا جيدًا فعالية الحكومات والمنظمات الدولية، ما لم توجد مؤشرات موثوقة للأداء. فهذه المؤشرات تساعد على الحد من الفساد والإهدار. وهناك نقاط ضعف خطيرة حاليًا في جودة البيانات في مجالات متعددة، كالإنفاق في مجال الصحة، ومعدلات الوفيات، ورصد النِّسبة المئوية لكلا الجنسين، والتنوع البيولوجي؛ حيث تعوِّل عادة تقييمات النجاح والإخفاق في السياسة العامة على تصورات مشوَّهة أو غير موضوعية. نتيجة لذلك.. يتعين أن تأتي المؤشرات مُحَمَّلة بـ«إنذار صحي» للتشديد على أوجه قصورها.

لن تكون مؤسسة «وورلدستات» بديلًا عن المؤسسات الموجودة حاليًا، كاللجنة الإحصائية التابعة لمنظمة الأمم المتحدة، أو قسم الإحصاءات التابع للمنظمة نفسها (وكل منهما داخل المجلس الاقتصادي والاجتماعي التابع لمنظمة الأمم المتحدة)، لكنها ستُكَمِّل الجهود الراهنة بالتركيز على تنفيذ المعايير المتفَق عليها، وتحسين إمكانات أرشفة البيانات وتفسيرها، خاصة في العالم النامي. وباعتبارها كيانًا منفصلًا له ميزانيته وموارده الخاصة على مستوى يضارع مؤسسة يوروستات (Eurostat)، يمكن لـ«وورلدستات» أيضًا أن تعجِّل بالجهود الدولية الرامية إلى تَبَنِّي مؤشرات مناسبة وقوية للتنمية المستدامة والعناية المباشرة بناء الكفاءات. ويسلط تقرير منتصف أكتوبر 2013 الضوءَ تحديدًا على الحاجة الماسّة إلى ابتكار «مؤشر التأثيرات طويل الأجل» الذي يمكنه قياس التطور طويل الأجل لبلدٍ ما بشكل شامل على نطاق أوسع بكثير، مقارنةً بالقياس المعياري المتمثِّل في إجمالي الناتج المحلي.

> هناك **نقاط ضعف** خطيرة حاليًا في **جودة** البيانات.

يتضمن التقرير أيضًا توصيات للإصلاح المؤسسي، كمنظومة الضرائب التطوعية، والتبادل النظامي، بغية التعامل مع مشكلة استغلال الضرائب والتهرب منها، وتنسيق ترتيبات الضرائب للشركات. ويطرح التقرير كذلك مقترحات محددة للتعامل مع بطالة الشباب والفقر بواسطة الإعانات المالية الحكومية التي تقلب ميزان الأسعار، وتستثمر في إجراءات الحماية الاجتماعية، مثل برامج التحويلات النقدية المؤقتة.

لقد سمحت لنا أعمال اللجنة بالوقوف على الحاجة الماسة إلى مؤسسة «وورلدستات». والخطوة التالية تتمثل في العمل بالتعاون مع المنظمات الحالية من أجل الاتفاق على كيفية تمويل المؤسسة وتنظيم أعمالها، والكيانات التي من المفترض أن تكون مسؤولة أمامها. ورغم ذلك.. فإننا منتبهون بشدة إلى أنه من السهل جدًّا اقتراح وكالات دولية جديدة، وأنّ القليل منها في القرن العشرين قد أغلق أبوابه، وأن بعضها الآن قد عفا عليه الزمن. ولمواجهة هذا التكاثر، نقترح استحداث «شروط انقضاء» تتطلب مراجعات دورية للإنجازات؛ للتأكد من أن المؤسسات الدولية الممولة تمويلاً عامًّا مناسبة لأغراض القرن الواحد والعشرين.

إنّ العلوم والهندسة يمكنهما الارتقاء بالحياة في العالم النامي، ويمكنهما أيضًا أن تضمنا رخاء الأجيال القادمة، لكن ثمة فجوة مؤسفة بين ما ينبغي إنجازه، وما يحدث على أرض الواقع. ولذا.. فتقرير «الآن من أجل المستقبل البعيد» يقدِّم أجندة عملية مصمَّمة للمساعدة على سد الفجوة بين المعرفة والعمل. ■

مارتن ريس الرئيس الأسبق للجمعية الملكية، وزميل بكلية ترينيتي، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: mjr36@cam.ac.uk

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/mreewb

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث مقتطفـات من الأدبيات العلميـة

علوم المناخ

ثقب الأوزون ينشر الحرارة بأفريقيا الجنوبية

إنّ الكثير من احترار الصيف بأفريقيا الجنوبية خلال العقود الأخيرة ربما حدث نتيجة لثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية.

قارن ديزموند ماناتسا وزملاؤه ـ بجامعة بندورا للعلوم في زيمبابوي ـ المناخات الإقليمية قبل وبعد استنفاد الأوزون في حوالي عام 1993. ووُجِدَ أنّ احترار السطح الواضح ارتبط ارتباطًا وثيقًا بالتحولات في قوة ومواقع أنظمة الضغط بالغلاف الجوي التي تعزِّز تدفق الهواء المداري الدافئ جنوبًا. تُنسب هذه التحولات غالبًا إلى استنفاد طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي.

وخلص الباحثون إلى أن الإغلاق المتوقع لثقب الأوزون بحلول عام 2050 يمكن أن يساعد في تخفيف الاحترار المناخي بأفريقيا الجنوبية.

***Nature Geosci*. http://doi.org/n8x (2013)**

وللاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، انظر: /go.nature.com ph2nyo

علم الفلك

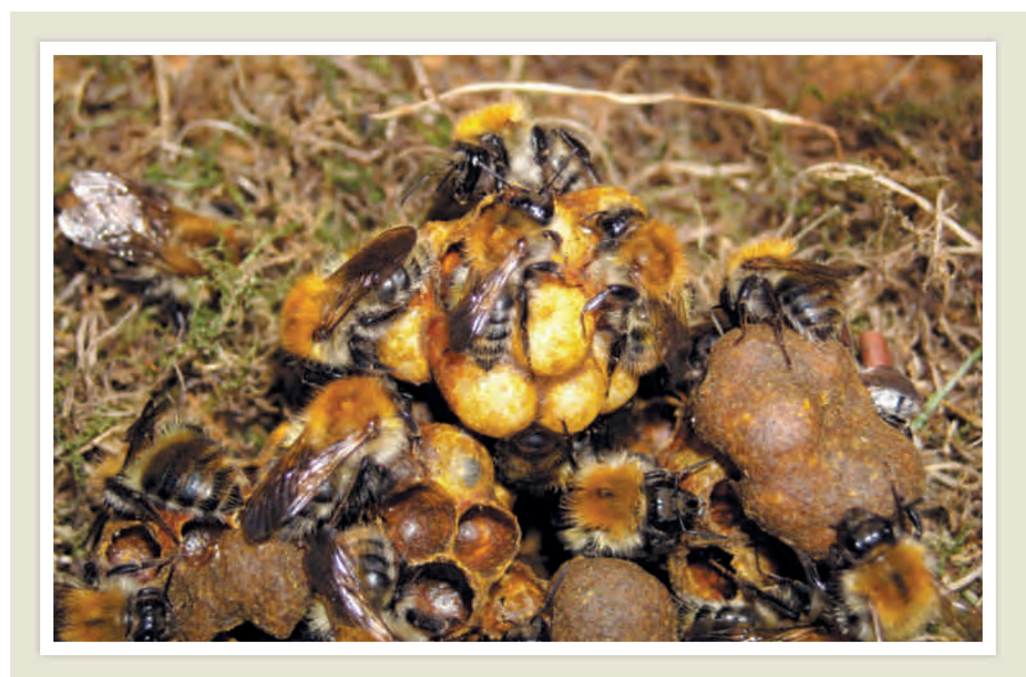
النفاثات الكونيّة توحِي بولادة النجوم

يمكن أن تتشكل النجوم بطريقة غير معتادة في مَجَرَّة بعيدة من تيار ارتداد نفاثات غازات هائلة تُطْلَق من قلب المجرة.

فقد استخدم فريق بقيادة ياسر راشد ـ من جامعة كولون، ألمانيا ـ مجموعة تليسكوب الراديو «مرلين» MERLIN ببريطانيا؛ لدراسة مجرة تبعد 1.4 مليار فرسخ فلكي عن الأرض. تُطلَق الغازات إلى الخارج من مركز المجرة، ويُفترَض حدوث هذا الإطلاق بتغذية من ثقب أسود هائل.

وأظهرت أرصاد إضافية أن النجوم ربما تتشكل قرب المجرة. ويشير الباحثون إلى أن النفاثات المتدفّقة تنتج جيوبَ ضغطٍ في الغاز خارج المجرة، مما يُوجِد مواقع مثالية لولادة النجوم.

***Astron. Astrophys*. 558, A5 (2013)**



NIGEL E. RAINE

علوم البيئة

لماذا تنهار مستعمرات النحل

يمكن أن يتسبب الإجهاد البيئي في فشل مستعمرات النحل، حتى لو كانت مستويات الإجهاد ليست عالية بما يكفي لقتل الحشرات فرادى.

ويُلقَى باللائمة على افتقاد المأوى والطفيليات والمبيدات الحشرية في انهيار مستعمرات النحل، لكنّ العثور على أسباب فردية للانهيار إشكالية حقيقية.

وقد وضع جون بريدن وزملاؤه ـ بجامعة رويال هولوويه بلندن ـ نموذجًا للإجهادات التي يتعرّض لها النحل، ووجدوا أن المستعمرات بدأت في الانحسار عندما وصل عدد النحل الضعيف وظيفيًّا عتبة حرجة. تنبّأ النموذج بدقة بمصير 16 مستعمرة تجريبية للنحل الطنّان الأرضي (*Bombus terrestris*)، نصفها تعرَّض لمبيد نيونيكوتينويد عند مستويات لا تقتل النحل، لكن تخفض قدرته على التعلم وجمع الغذاء.

وحسبما أورد الباحثون، يمكن للإجهادات المتعدِّدة أن تضع المستعمرات على حد السكين بين النمو والفشل، الأمر الذي يجعل من الصعب إلقاء لائمة الانحسار على عامل واحد.

***Ecol. Lett*. http://dx.doi.org/10.1111/ele.12188 (2013)**

علم الحيوان

تأثير الضوء على السلاحف

تستطيع سلاحف المياه العذبة البقاء حية خلال فصل الشتاء في قاع البحيرات المتجمدة، رغم انعدام الأكسجين تمامًا، لكنها لا تدخل ـ كما اعتقد البعض ـ في غيبوبة عند سباتها، حسبما أورد جسبر مادسن وزملاؤه بجامعة آروس في الدنمارك.

غَمَرَ مادسن وفريقه سلاحف *Trachemys scripta* (**في الصورة**) في مياه باردة، مستنفَدَة الأكسجين؛ لوَضْعها في سُبَاتٍ كاذب. وكانت النتيجة أنْ استجابت الحيوانات للضوء وزيادة درجات الحرارة، ولكنْ ليس للاهتزازات، أو زيادة مستويات الأكسجين. وتطرح النتائج أن السلاحف في سباتها تكون في حالة انخفاض الطاقة، لكنها تبقى يقِظةً. استجابت أدمغة السلاحف المُخَدّرة كيميائيًّا أيضًا للضوء، مما يشير إلى أن هذه الحيوانات تكيّفت لتظل مستجيبة لهذا التحفيز، حتى عندما تتوقف أجهزة الجسم الأخرى.

***Biol. Lett*. 9, 20130602 (2013)**



C. STEIMER/ARCO IMAGES/ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



SHILONG YANG

علم الأعصاب

سُمّ الحريش الصينية يُسَكّن الألم

إنّ الببتايد المستخرَج من سُمّ حشرة الحريش (أم أربعة وأربعين) يعادل قوة المورفين في علاج الألم لدى الفئران. فقد قام جلين كينج وزملاؤه ـ بجامعة كوينزلاند بسانت لوشيا، أستراليا ـ بتنقية جزيء مكوَّن من 46 حمضًا أمينيًّا مستخرجًا من سم حشرة الحريش الصينية حمراء الرأس (**في الصورة**). ولَدَى اختباره على عصبونات فئران المختبر، قام الببتايد بتثبيط فعّال لقناة أيون الصوديوم المسؤولة عن الألم. وكان له تأثير قليل على القنوات الأخرى ذات الصلة. كذلك، حقن الباحثون أيضًا هذا الجزيء في فئران تعرضت مسبقًا لكيماويات ضارة، أو حرارة؛ فكانت النتيجة أنه كلما زادت الجرعة؛ قَلَّ رد فعل الحيوانات للمؤثِّرات المؤلمة. ولم تظهر أي آثار جانبية واضحة للجزيء. ويرى الباحثون أن هذا الجزيء ـ وربما أكثر من جزيء من سموم الحريش ـ يمكن أن يسفر عن علاجات قوية للألم.

***Proc. Natl Acad. Sci USA* http://doi.org/n35 (2013)**

BRAD GEMMELL

تصنيع الدواء

تصنيع متواصل لأقراص الدواء

هناك مصنع ينتج "عاصفةً متواصلة" من أقراص الدواء، دون توقف، بدءًا من المكونات الخام لقرص الدواء، حتى الشكل النهائي للقرص أو الكبسولة. ويمكن لهذا المصنع توفير الوقت والمال، مقارنةً بالطرق التقليدية المتقطعة، التي توزّع عملية التصنيع على مواقع عديدة. وأورد برنارد تراوت وزملاؤه ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج ـ أول مثال لمثل هذا المصنع، وهو مصنع مساحته 18 مترًا مربعًا، ينتج عقار علاج ارتفاع ضغط الدم "أَلِسكِرن"، الذي (طورته "نوفارتيس"، التي مولت المشروع).

هذا.. ويتم التصنيع بالسماح بتدفق اللبنات الكيميائية من نقطة البداية (الطرف الأول)، تليه سلسلة من التفاعلات الكيميائية وعمليات الفصل التي يتم فيها تركيب العقار، وبلورته، وتجفيفه، وتغليفه؛ لإنتاج أقراص دوائية تخرج من (الطرف الآخر) في النهاية.

***Angew. Chem. Int. Edn* http://dx.doi.org/10.1002/anie.201305429 (2013)**

علوم المواد

بطاريات مطوِيّة تُخزِّن الطاقة

تستطيع بطاريات أيون الليثيوم المرنة والمطوِيّة بتقنيات أوريجامي تخزين الطاقة في حيِّز أصغر. فقد قامت كانديس تشان وزملاؤها ـ بجامعة أريزونا في تيمبيه ـ ببناء بطاريات على ورق بإرفاق أقطاب من أكسيد معدن الليثيوم بورق مبطن بأنابيب كربون نانويّة موصِّلة. وطوَى الباحثون الصفائح إلى طبقات باستخدام نمط «ميورا-أوري» Miura-ori، الذي استُخدم أيضًا لطيّ الألواح الشمسية في الفضاء. ولُوحِظ أنّ الطاقة المخزَّنة لكل وحدة مساحة زادت 14 مرّة عن صفائح الورق غير المطوية، لأن أداء بطاريات الورق ليس بكفاءة بطاريات أيون الليثيوم القياسية، حيث تظل قدرة التخزين لكل وحدة مساحة في البطارية المطوِيّة أدنى من البطاريات الموجودة.

ويعتقد الباحثون أنّ خوارزميّات طي أخرى ـ إلى جانب عمليات الطي بمساعدة الروبوت ـ من شأنها تحسين الأداء.

***Nano Lett.* http://doi.org/n4d (2013)**

الجينوميّات الشخصية

برمجيّات لتفسير الطفرات الصعبة

طَوَّر الباحثون برمجيات للتنبؤ ببعض المتغيرات الجينية الضارة. ومعظم الطفرات آثارها غير واضحة، خصوصًا بالنسبة إلى تلك التي تحدث في 99% من مناطق الجينوم التي لا ترمز بروتينات. ولذلك.. ف أخذ كريس تايلر سميث ـ بمعهد سانجر في هِنكستُن، المملكة المتحدة ـ ومارك جيرستاين ـ بجامعة ييل في نيوهيفن، كونتيكت ـ وزملاؤهما المناطق غير المُرَمِّزة التي تَبيّنت فعّالياتها الوظيفية في مشروع جينومي واسع النطاق، واستخدموا بيانات التتابعات الجينومية من أكثر من ألف شخص؛ لفهرسة كيفية تفاوت هذه المناطق لدى أفراد أصحاء.

وكَشَفَ هذا عن الأنماط المرجَّحة للطفرات الضارة، كتلك الموجودة في تتابعات الحمض النووي التي تتقيد بها البروتينات التنظيمية. وأدرج العلماء الأنماط في أداة برمجية تنبؤية، وطبقوها على جينوميّات من خزعات السرطان. ووجد هذا الجهد حوالي 100 متغاير غير مُرَمِّز يمكن أن تسهم في المرض.

***Science* 342, 84 (2013)**

الميكانيكا الحيوية

أثر حركة قناديل البحر بالماء ينتج طاقة

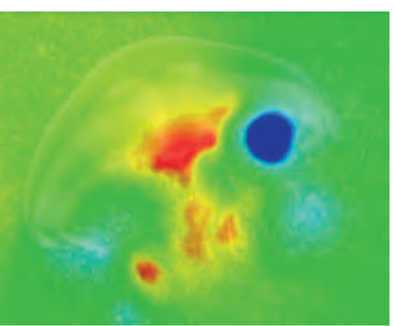
عندما تسبح قناديل البحر، فإن جسمها النابض يحصل على دفع إضافي من حركة غزل المياه التي تحدث خلف القناديل (**في الصورة،** أحمر).

درس براد جيميل وزملاؤه ـ بمختبر البيولوجيا البحرية في وودز هول، ماساتشوستس ـ كيفية انسياب المياه حول قنديل البحر القمري النابض أو الثابت *Aurelia aurita*. ولوحظ أنّ جسم الحيوان الذي يشبه الناقوس ينتج حلقات دوّامة من الماء بينما يَنْبِض.

ولَدَى تَسَطُّح الناقوس واتساعه، تتحرك إحدى الحلقات الدوّامة داخل الناقوس، وتمتص مياهًا أكثر. وهذا يدفع قنديل البحر إلى الأمام، دون أي قوة إضافية من عضلاته. يقول الباحثون إن هذا يجعل المُفترِس البسيط أحد أكثر السبّاحين كفاءة في استخدام الطاقة على كوكب الأرض.

***Proc. Natl Acad. Sci USA* http://doi.org/n7k (2013)**

وللاطلاع على تقرير أطول حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/gbbmhv



اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

علوم المواد

تطهير المياه الملوثة بطريقة العصر

الأكثر قراءة على pubs.acs.org في سبتمبر

يمكن أن توفر المواد الهلامية (الجِيل) المحشوة بجسيمات نانوية طريقةً سريعة وفعّالة لتعقيم مياه الشرب بعد الكوارث.

وجسيمات الفضة النانوية مبيد قوي للجراثيم، لكنها تميل إلى التكتل، مما يقلِّل التلامس بين الخلايا البكتيرية والسطح القاتل. وقد قام شياو هو، وتيِّك ثاي ليم وزملاؤهما ـ بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة ـ بتثبيت الجسيمات النانوية بانتظام في إسفنج مُتطور فائق الامتصاص. واستخدم الباحثون مادة مرنة خفيفة الوزن؛ لامتصاص المياه الملوثة بالبكتيريا لمدة 15 ثانية، ثم قاموا ـ ببساطة ـ بعصر المياه منها؛ فانخفضت أعداد الميكروبات بالمياه المعصورة حوالي عشرة ملايين مرة. هذا.. ويمكن إعادة استخدام الهلام مرارًا وتكرارًا. ويقترح الباحثون تطويره إلى جهاز فلتر (تنقية) مياه بحجم الجيب لحالات الطوارئ.

***Environ. Sci. Technol.* 47, 9363–9371 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاستشعار عن بُعْد

حُمّى البحث غير المشروع عن الذهب

زادت مناجم الذهب عبر منطقة الأمازون بجمهورية بيرو بأكثر من 400% بين عامي 1999 و2012، وهي الآن السبب الرئيس لإزالة الغابات هناك.

وقد قام فريق بقيادة جريجوري أزنر ـ من معهد كارنيجي للعلوم بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ بالتثبُّت من صحة النتائج من بيانات الأقمار الاصطناعية باستخدام عيِّنات ميدانية، ومسوح جويّة عالية الدقة. تبلغ هذه التقديرات ضعف تقديرات الدراسات السابقة، وتشير إلى أن التعدين غطى أقل من 10 آلاف هكتار في 1999، لكنه تجاوز 50 ألف هكتار بحلول سبتمبر 2012.

وكان معدل فقدان الغابات قد تضاعف أكثر من ثلاثة أضعاف، عندما ارتفعت أسعار الذهب في 2008، وكان مدفوعًا بعمليات تعدين صغيرة غير قانونية ـ تغطي حاليًا معظم النشاط في المنطقة.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1318271110 (2013)**

FRANS LANTING/CORBIS

علم النبات

مساران لأزهار ضخمة

أكبر أزهار العالم تنمو بطريقتين مختلفتين.

نباتات رافليسيا *Rafflesia* وسابريا *Sapria* مجموعتان من عائلة رافليسيا كايثي *keithii* (في الصورة). تتشابه زهورها العملاقة، ولها رائحة لحم مُتعفن، وتُشَكل غرفًا كبيرة لجذب ذباب الجِيَف كملقحات.

لكن عندما درس باحثون بقيادة تشارلز ديفيز—بجامعة هارفرد بكامبريدج، ماساتشوستس—أنماط التعبير الجيني والبنى الجسمانية للزهور النامية، وجدوا أن الغرف بالمجموعتين النباتيتين تتكون من أنسجة مختلفة. هذا يقترح أن المجموعتين طورتا خصائصهما الأكثر تميزًا بشكل مستقل.

قد تساعد الدراسة أيضا في تفسير كيف يمكن لزهور بعض أنواع رافليسيا أن تكبر حتى يصل قطرها مترًا—وهي الأضخم بين جميع الأزهار المفردة – دون أن تنهار. غرف الزهرة مستمدة من سوار البتلة، التي من شأنها أن توفر تعزيزًا بنيويًا.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/pq9 (2013)**

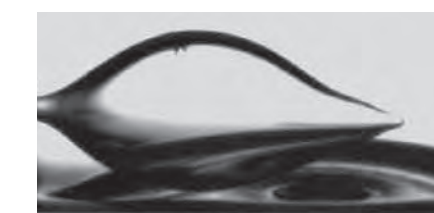
علوم المواد

مجسّمات من الماء في الزيت

يمكن أن تشكِّل قطرات الماء العالِقَة في الزيت أشكالا إهليلجيّة، أوأنابيب، أو حتى أشكالًا تشبه السَّمَك (**في الصورة**). فقد أضاف توماس رسل وفريقه ـ بجامعة ماساتشوستس بأمهيرست ـ بوليمرات معدَّلة كيميائيًّا، وحبيبات بوليستيرين نانويّة لقطرات الماء في الزيت. تجذب هذه المكونات بعضها البعض، وتتجمع معًا عبر السطح البيني بين الزيت والماء. يشوه تمرير مجال كهربائي القطرة، مما يسمح لحبيبات أكثر بالتحرك والدخول. وعند تعطيل المجال الكهربائي، تلتصق الجزيئات المتجمِّعَة معًا، وتحافظ على القطرة في شكلها المتغيِّر.

يقول الباحثون إن القطرات التي تبقى مستقرة لمدة تصل إلى شهر، قد تكون مفيدة في تغليف المواد الكيميائية، أو صناعة العقاقير.

***Science* 342, 460–463 (2013)**



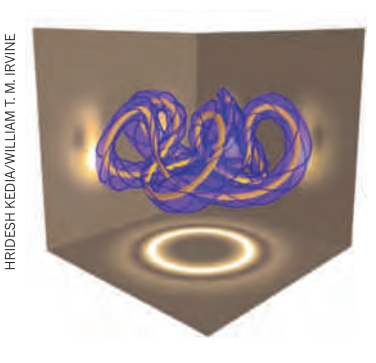
SCIENCE/AAAS

الكيمياء الحيوية

أصول جليدية لنسخ الحمض النووي الريبي

للمرة الأولى، أنتجت تجارب التطور جزيء حمض نووي ريبي، يمكنه بناء جزيئات حمض نووي ريبي أخرى أطول منه. وتُعَوِّل نظريات عديدة حول أصل الحياة على التكرار الذاتي للحمض النووي الريبي، لكن الباحثين بذلوا جهدًا كبيرًا لصُنع "إنزيمات" الحمض النووي الريبي، التي يمكنها رتق جزيئاته الأخرى بالحجم نفسه. وللبرهنة على أن درجات حرارة التجمد تحقِّق استقرار تخليق الحمض النووي الريبي، أجرى فيليب هوليجر وزملاؤه ـ بمختبر البيولوجيا الجزيئية في مجلس البحوث الطبية بكمبريدج، المملكة المتحدة ـ تجارب التطور في الجليد مخبريًّا؛ فأنتجت إنزيمات الحمض النووي الريبي التي يمكنها تخليق الحمض النووي الريبي في درجات حرارة منخفضة تصل إلى 19 درجة مئوية تحت الصفر في جيوب صغيرة بين بلورات الجليد. ومن خلال دمج الطفرات التي تولّدت في البرد مع طفرات من التجارب السابقة، أنشأ الباحثون أكثر إنزيمات الحمض النووي الريبي كفاءةً حتى الآن: فقد أنشأوا جزيئًا مكونًا من 202 من نوكليوتايد، يمكنه نسخ قوالب بطول 206 نوكليوتايدات. يقول الباحثون إن الجليد ربما يكون قد ساعد على ظهور النسخ الذاتي في العالَم الكيميائي ما قبل الحياة.

***Nature Chem.* http://doi.org/pcs (2013)**



HRIDESH KEDIA/WILLIAM T. M. IRVINE

الفيزياء

ربط عُقد من أشعة الضوء

يمكن، نظريًّا، أن تُربَط أشعة الضوء في عُقَد ثلاثية الأبعاد، تحافظ على شكلها. فقد وجد هريديش كيديا وزملاؤه ـ بجامعة شيكاجو، إلينوي ـ حلولًا للمعادلات الحاكِمة للكهرومغناطيسية الكلاسيكية، وبالتالي الضوء (ترددات الإشعاع الكهرومغناطيسي المرئية). وأسفرت الحلول عن عُقَد ثلاثية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطيَّات بثلاث حلقات، وعُقَد خماسية الطيّات بخمس حلقات (**في الصورة**)، وأنواع عُقَد الحَيْد (النتوء المستدير) الأخرى. وفي حين كانت المقاربات السابقة تنتج بِنًى قصيرة الأمد فقط، تبقى العُقَد الجديدة مستقرة، لأن خطوط مجالاتها الكهربائية والمغناطيسية دائمًا في زوايا قائمة مع بعضها البعض، وذات قوة متساوية. وهذا يؤدي إلى خيوط، كالأربطة المطاطيّة، تمتد وتتشوّه، لكنها تحافظ على شكلها. ويطرح الباحثون إمكانية أن تنشئ أشعة الليزر المركزة مثل هذه العُقَد، التي قد تُستخدَم لقولبة البلازما، وأنواع مواد أخرى.

Phys. Rev. Lett. **111, 150404 (2013)**

EMILY BAIRD/LUND UNIV.

ELSEVIER

وظائف الأعضاء

الإيقاعات اليومية لخلايا الجلد

الخلايا الجذعية من جلد الإنسان تلتزم بجدول دورته 24 ساعة، يمكنه حمايتها من أضرار أشعة الشمس.

فقد قام سلفادور أثنار بنياته وزملاؤه ـ بمركز التنظيم الجينومي ببرشلونة، إسبانيا ـ بتحليل مستنبتات خلوية من خلايا جذعية متطابقة وراثيًّا، أُخذت من جلد إنسان في أوقات مُحَدَّدة. وجد الباحثون أن الجينات المتصلة بـ«الساعة البيولوجية» للجسم يتم التعبير عنها بموجات متميزة خلال دورةٍ، مدتها 24 ساعة. وترتبط كل موجة بِذُرَى تعبيرات جينات أخرى: الجينات الواقية من أشعة الشمس التي تتلف الحمض النووي تكون أكثر نشاطًا أثناء النهار، والجينات المسؤولة عن نسخ الحمض النووي ونمو الخلايا الجينات المسؤولة عن تخصص (تمايز) الخلايا الجذعية تكون أكثر نشاطًا في ساعات المساء والليل. ويرى الباحثون أن اختلال الساعة الداخلية قد يؤدي إلى الشيخوخة المبكرة.

Cell Stem Cell **http://doi.org/pbb (2013)**

الإبصار

كيف يبصر النحل هبوطًا منتظمًا

نظرًا لافتقاده الإبصار المُجسّم، طوّر النحل تقنية أخرى للتأكد من الهبوط الآمن. فقد اكتشفت إميلي بيرد وفريقها— بجامعة لوند في السويد—أن نحل العسل Apis *mellifera ligustica* (**في الصورة**) يهبط بأمان بالتحكم في معدل اتساع منطقة هبوطه ضمن مجال إبصاره. إبقاء هذا 'التدفق البصري' ثابتًا يعني أن النحل يُبطِئ سرعته عند اقترابه من أهدافه. واكتشف فريق بيرد هذه التقنية بدراسة النحل لدى هبوطه على أقراص عمودية ذات نمط لولبي دوار. الانخداعات البصرية الذي بطأت أو سرّعت التدفق البصري الواضح سببت تغيير النحل لسرعات طيرانه تبعًا لذلك.. فبدلاً من الهبوط، اصطدمت نحلات عديدة بالنمط اللولبي الدوّار أو حوَّمت أمامه. ويطرح الباحثون أن هذه الطريقة البسيطة لضبط سرعة الهبوط قد تكون منتشرة بين الحيوانات، بل ومفيدة في طيران وهبوط روبوتات المستقبل.

علوم المناخ

الرياح المتموّجة تسبق موجات الحر

رغم أن موجات الحر القاتلة التي تضرب الولايات المتحدة تنشأ من قوى مضطربة، أصبح ممكنًا التنبؤ بها قبل وصولها بفترة تصل إلى 3 أسابيع. وحتى الآن، لم يكن ممكنًا التنبؤ بموجات الحر قبل وقوعها بأكثر من عشرة أيام، لكن باستخدام محاكاة حاسوبية غطت 12000 سنة من دوران الغلاف الجوي العام، لاحظت هايان تنج وزملاؤها ـ بالمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر، كولورادو ـ أنماطًا من الرياح المتموِّجة مرتفعة العلو تميل إلى أنْ تسبق موجات الحر بأمريكا الشمالية قبل 15-20 يومًا. ففي نموذج المحاكاة، لم يتم ربط شذوذ الدوران واسع النطاق ـ الذي زاد مخاطر موجات الحر ـ بمؤشرات أخرى شائعة الاستخدام، كالرياح الموسمية أو درجات حرارة سطح البحر. يقول الباحثون إن رصد ديناميات الغلاف الجوي بخطوط العرض المتوسطة يمكن أن يسمح بتنبؤات أدق وأطول أجلًا.

Nature Geosci. **http://doi.org/pnt (2013)**

الكيمياء

محركات مجهرية تزيل سُمِّيَّة الأسلحة

قد توفر محركات مجهرية مخلقة طريقة أسرع وأفضل لإزالة تلوث غازات الأعصاب. ويتطلب تحويل كيماويات الفوسفات العضوي الضارة، مثل غاز السارين، إلى مواد غير ضارة تركيزات عالية من بيروكسيد الهيدروجين وتحريك مستمر لفترات طويلة. يصعب تحقيق مثل هذه المتطلبات عند إزالة مخازن الأسلحة الكيميائية، بأماكن نائية أو عدائية. تغلَّب جوزيف وانج وفريقه ـ بجامعة كاليفورنيا، سان دييجو ـ على هذه المتطلبات باستخدام محركات مجهرية مصنوعة من بوليمرات مُطعّمة بالبلاتين. تندفع المحركات حول السوائل المُلوثة، مدفوعة بفقاعات تنتج أثناء تفاعل البلاتين مع البيروكسيد. في فحوص مخبرية صغيرة الحجم، هذا الخلط الدقيق حيّد مفعول غازات الأعصاب عند تركيزات منخفضة من بيروكسيد الهيدروجين وبدون تحريك خارجي. أُزيلت سُمية غازين اثنين ـ من 3 غازات أعصاب اختبرت ـ بالمحركات المجهرية كاملة تقريبًا في 40 دقيقة. يقول الباحثون إن هذه الاستراتيجية يمكنها إيجاد طريقة لإسراع التفاعلات.

Angew. Chem. Int. Ed. **http://doi.org/f2ndgr (2013)**

اختيـــار المجتــمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

مرض الزهايمر

إظهار تشابكات بروتين "تاو"

✪ **الأكثر قراءة**
على www.cell.com
في أكتوبر

وُجِدت تشابكات بروتين تاو في أدمغة البشر الذين لقوا حتفهم بمرض الزهايمر، لكن تأسيس تقنيات لرؤية البروتين في الأحياء كان أمرًا صعبًا. وقد طوَّر فريق بقيادة ماكوتو هيجوتشي ـ بالمعهد الوطني للعلوم الإشعاعية في تشيبا، اليابان ـ فئة من الجزيئات المشعة، يمكن استخدامها لتصوير الأدمغة الحية.

تأكد الباحثون أوّلًا مِنْ أنّ الجزيئات تتقيد إلى تاو باستخدام شرائح من أدمغة مرضى الزهايمر، وفي فئران محوَّرة لديها رواسب تاو بأدمغتها. وقام الفريق عندئذ بحَقْن المتطوعين بجزيئات التصوير. وعند تصوير أدمغة ثلاثة أشخاص ـ من المحتمل إصابتهم بمرض الزهايمر ـ باستخدام التصوير الطبقي بمدفع البوزترون، أظهر تقييد الجزيئات بمناطق الدماغ (في الصورة) تزايد الكثافة من الأخضر إلى الأحمر، وذلك بالتوازي مع تقدُّم مرض الزهايمر؛ بينما لُوحظ فقط الحد الأدنى من تقييد البروتين لدى ثلاثة أشخاص أصحاء.

Neuron 79, **1094–1108 (2013)**

تصحيح

في العدد الماضي من "نيتشر" الطبعة العربية، وفي الجزء الخاص بـ(أضواء على البحوث) تحت عنوان: "صوت يَهُزّ أشباه الموصلات"، (*Nature* **502**, 8–9; 2013)، تم وصف أساليب لتحسين الموصلية الفائقة للفيلم. وكان ينبغي أن تُكتَب "التوصيل" فقط.

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة على:
www.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ثلاثـون يومًا موجـز الأخبـار


GUIDO PARRA

رصْد نوع جديد من الدلافين

تم العثور على نوع من الدلافين لم يكن معروفًا في السابق، أحدب الظَّهر، قبالةَ سواحل أستراليا. وقد حدَّد باحثون بقيادة مارتن مِندِز ـ الذي يعمل بجمعية المحافظة على الحياة البرّية في نيويورك ـ النوع الذي لم تتم تسميته بعد (في الصورة)، نتيجة لتحليل 180 جمجمة، و235 عيِّنة أنسجة من دلافين حدباء من جميع أنحاء العالم (M. Mendez *et al*. *Mol*. *Ecol*. http://doi.org/pp6; 2013). ويقترح الفريق أنه ينبغي تصنيف الدلافين الحدباء في المحيطين الهادئ والهندي إلى ثلاثة أنواع، بدلًا من النوعين القائمين حاليًا، وهما: الأحدب الهندي *Sousa plumbea*، والأحدب الصيني *Sousa chinensis*. وتشمل عائلة الدولفين الأحدب ـ التي لها حدبة مميزة خلف الزعنفة الظهرية مباشرة ـ نوعًا آخر على الأقل في المحيط الأطلسي. وقد يؤثِّر الاكتشاف على سياسات الحفاظ على الدلافين، التي يُهدِّدها خطر فقدان بيئاتها والصيد.

أبحاث

إنجاز مهم لمرصد ألْمَا

عقِبَ مرور أقل من شهر على حَلِّ نزاع عمالي كبير (انظر: *Nature* http://doi.org/n37; 2013)، أعلن مرصد "مصفوف أتاكاما الملّيمتري الكبير" ألما ALMA في شيلي عن إتمام مرحلة بناء الهوائي في الأول من أكتوبر 2013، عندما تم تسليم الدُّفعة الأخيرة من 66 هوائي راديو يتعلق بالبحوث إلى الموقع. وقد قام الشركاء في المشروع من أمريكا الشمالية ـ الذي بلغت موازنته 1.4 مليار دولار أمريكي ـ بتقديم 25 هوائيًّا، كما أرسل المتعاونون الأوروبيون 25 هوائيًّا، في حين أسهم الشركاء الآسيويّون بـ16 هوائيًّا. ومن المتوقع أن تعمل كل الهوائيات معًا كتليسكوب واحد بحلول نهاية العام.

بعثة قياس الجاذبية

بلغت بعثة فضائية أوروبية لقياس الجاذبية نهاية المطاف. فقدْ أعلنت وكالة الفضاء الأوروبية، في الواحد والعشرين من أكتوبر 2013، أن "مستكشِف الجاذبية الأرضية والحالة المستقرة لدورة المحيطات" GOCE سوف يعاود دخول الغلاف الجوي للأرض في غضون أسابيع، بعد أن نفد منه وقود الزينون. وقد أنتج المستكشِف خرائط الجاذبية الأكثر دقةً حتى يومنا هذا. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى أنه أجرى القياسات النهائية من ارتفاع مداري منخفض غير معتاد، يبلغ 224 كيلومترًا. وقامت البعثة كذلك برسم العديد من الخرائط منذ إطلاقها في عام 2009، بما في ذلك سجلّات دوران المحيطات، ومرجع جاذبية الكوكب؛ المعروف باسم المجسّم الأرضي (انظر: *Nature* **458**, 133; 2009).

تجربــة الملاريا

من المقرَّر أن تتقدم شركة جلاكسو سميث (GSK) في العام القادم للحصول على موافقة تنظيمية أوروبية للقاح الملاريا المرشّح "موسكيريكس" (RTS,S/AS01)، حسبما أعلنت الشركة العملاقة بمجال الأدوية ـ ومقرها لندن ـ في الثامن من أكتوبر 2013. كانت شركة جلاكسو سميث كلاين، ومبادرة (PATH) للقاحات الملاريا ـ التي تُعتبر بمثابة برنامج عالمي يشارك في تطوير العلاج ـ قد أصدرتا بيانات متابعة للمرحلة الثالثة من التجارب الإكلينيكية على أطفال في أفريقيا، مدتها 18 شهرًا، عزّزت ـ إلى حد كبير ـ النتائج المعلَنة بعد مرور 12 شهرًا (انظر: go.nature.com/2bgpl8). والعلاج المذكور يوفِّر حماية متواضعة لمعظم الأطفال. وقد أدى اللقاح لنتائج هزيلة، خاصة مع المرضى الرضّع في الفئة العمرية من 6-12 أسبوعًا، وهي المجموعة المستهدَفة لِلّقاح (انظر: go.nature.com/gmw9ib).

تعليقات "پَبْ ميد"

هل أنت على خلاف في الرأي مع شخص ما؟ قريبًا سيصبح بمقدور باحثين التعليق على عمل بعضهم البعض على موقع الأرشيف المركزي للمجلات الطبية "بَب مِيد" PubMed؛ وهي قاعدة بيانات على الإنترنت لأبحاث علوم الحياة. ففي الثاني والعشرين من أكتوبر 2013، أطلق المركز الوطني الأمريكي لمعلومات التكنولوجيا الحيوية ـ الذي يدير الأرشيف ـ المرحلة التجريبية من برنامجه الجديد؛ أرشيف "بَب مِيد" لعامة الناس. وعلى الرغم من أنه لا يمكن مطالعة التعليقات وإرسالها في الوقت الحاضر إلا للمشاركين المدعوين فقط، سيتيح البرنامج قريبًا لجميع المؤلفين في الأرشيف كتابة التعليقات، التي سوف تكون مرئية لعامة الناس، بأسمائهم الحقيقية. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/dgftwk.

تقييم السلّ

أعلنت منظمة الصحة العالمية في الثالث والعشرين من أكتوبر 2013 أن النُّظُم الصحية العالمية لم تكتشف زهاء ثلاثة ملايين شخص مصابين بعدوى السلّ في عام 2012. وفي تقريرها السنوي عن المرض، أشارت المنظمة أيضًا إلى أوجه القصور الرئيسة في اختبار الأشخاص الذين يعانون من أشكال السلّ المقاوِم للأدوية وعلاجهم. ومع ذلك.. وجدت المنظمة عمومًا أن العالَم على المسار الصحيح لتحقيق أهداف الأمم المتحدة الإنمائية للألفية، بشأن خفض معدلات الإصابة بالسل بحلول عام 2015، وتقليص معدلات الوفيات إلى النصف، مقارنةً بمستويات عام 1990. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/gtuvpv.

أعمال

شركة للسجلّات الجينيّة

يأمل مستثمرون في تحقيق مزيد من الأرباح من شركة "ديكود جينيتكس" deCODE Genetics، التي أعلنت إفلاسها في السابق؛ بإطلاق شركة منفصلة تُدعى "نكست كود هيلث" NextCODE Health في الثالث والعشرين من أكتوبر 2013. وقد حصلت شركة "نكست كود" ـ ومقرها كمبريدج بولاية ماساشوستس ـ على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

15 مليون دولار في صورة تمويل خاص؛ للبحث عن المتغيِّرات المُسَبِّبة للأمراض في بيانات تسلسل الحمض النووي، باستخدام قاعدة بيانات شركة "ديكود" للسجلات الجينيّة والطبية. يُذكر أن شركة "ديكود" ـ ومقرها مدينة ريكيافيك، عاصمة أيسلندا ـ قد أعلنت الإفلاس في عام 2009، وبعد ذلك اشترتها شركة "أمجين" للتكنولوجيا الحيوية، التي تقع في مدينة ثاوسند أوكس بولاية كاليفورنيا (انظر: .go.nature (com/kygrxz.

تمويل

أبحاث الوراثة الأفريقية

تَلَقَّت أبحاث الجينوم في أفريقيا دَفعة في الثامن عشر من أكتوبر 2013، عندما أعلنت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ ومقرها مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ عن تقديم عَشْر مِنَح، يبلغ مجموعها سبعة عشر مليون دولار أمريكي، من برنامج الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا (H3Africa). وتُموِّل المِنَح ـ ومدتها أربع سنوات ـ بحوثًا عن دور العوامل الوراثية في اضطرابات محددة؛ مثل مرض السلّ، ومرض النوم الأفريقي.كما ستدعم المِنَح مركزين علميَّين في نيجيريا. ويَدعم البرنامجَ معاهد الصحة الوطنية، وجمعية "وِيلكَم ترست" بالمملكة المتحدة. مَنَح برنامج الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا منذ إنشائه في عام 2010 أربعة وسبعين مليون دولار لتمويل أبحاث عدة.



NATIONAL FEDERATION OF THE BLIND

شخصيات

رئيس معهد "كالتِك"

تم تعيين الفيزيائي توماس روزنباوم رئيسًا مقبلًا لمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (كالتِك) في باسادينا. وسوف يتولى مهام عمله الجديد بدءًا من يوليو 2014. كان روزنباوم يشغل منصب رئيس جامعة شيكاجو في ولاية إيلينوي منذ عام 2007، وقد أشرف هناك على إنشاء معهد الهندسة الجزيئية، الذي أطلق برنامج الجامعة الأول للدراسات العليا في الهندسة في شهر مايو 2013. وسوف يتولى روزنباوم إدارة معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في يوليو 2014.

وفاة مبتكِر "برايل"

تُوفي أبراهام نيميث (في الصورة)، المصمِّم الكفيف، الذي قام بتصميم طريقة "برايل" للرياضيات، وذلك في الثاني من أكتوبر 2013، عن عمر يناهز 94 عامًا، حسبما ذكرت "المؤسسة الأمريكية للمكفوفين" في نيويورك. وكان نيميث قد تلقَّى "جائزة لويس برايل" من المركز الدولي لأبحاث طريقة برايل في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند في عام 2006، نظير عمله على طريقة نيميث للتعبير عن الرياضيات على أساس طريقة "برايل"، ولإفنائه حياته في بحوث حول طرق أخرى للكتابة وتطويرها. وقد عمل نيميث أستاذًا للرياضيات لوقت طويل في جامعة ديترويت ميرسي بمدينة ميتشيجان.

سياسات

إغلاق مختبرات أمريكية

تعتزم وزارة الطاقة الأمريكية إغلاق بعض مختبراتها الوطنية مؤقتًا، حيث إن إغلاق المؤسسات الحكومية الأمريكية المستمر يمنع الوكالة من سداد مستحقات المتعاقدين معها؛ القائمين على تشغيل المختبرات. وقد تم إغلاق مختبر لوس ألاموس الوطني في ولاية نيو مكسيكو في الثامن عشر من أكتوبر 2013، بينما أُغلِقَت مختبرات سانديا الوطنية في مدينة ألبوكيرك القريبة في الواحد والعشرين من أكتوبر 2013. وعلى الجانب الآخر، كان هناك تمويل لمنشآت أخرى ـ تشمل مختبر شمال غرب المحيط الهادئ الوطني، ومقره مدينة ريتشلاند بولاية واشنطن ـ كي تظل مفتوحة حتى أوائل نوفمبر 2013 على الأقل. للاطلاع على المزيد.. انظر: /go.nature.com ehtlbi.

محميّات بحرية

فشلت لجنة حفظ الموارد البحرية الحية في القطب الجنوبي في الاتفاق حول مقترح لحظر الصيد في مساحة 1.25 مليون كيلومتر مربع من بحر روس. كان من المقرر أن تُقيم الخطة – التي نُوقشت في اجتماع انعقد في مدينة هوبارت بأستراليا، وانتهى في الأول من نوفمبر 2013 – أكبر محمية بحرية في العالم، في منطقة يَعُدُّها بعض الباحثين أكثر منطقة مهدّدة في الإقليم القطبي. وقد أخفقت اللجنة، المكونة من ممثلين عن 24 دولة والاتحاد الأوروبي، مرتين من قبل في الموافقة على مقترحات مماثلة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/133el5.

معاهدة بشأن الزئبق

في العاشر من أكتوبر 2013، وقّعت أكثر من تسعين دولة على معاهدة للحدّ من استخدام الزئبق، وتقليص التلوث الناجم عنه، في مؤتمر للأمم المتحدة انعقد في مدينة كوماموتو باليابان. وتسعى اتفاقية "ميناماتا" بشأن الزئبق إلى الحدّ من انبعاثات المعدن من محطات توليد الكهرباء والمنشآت الصناعية الأخرى، وإلى الحدّ من استخدامه في منتجات عديدة، مثل البطاريات، والمصابيح الكهربائية، وصولاً إلى مستحضرات التجميل، والمعدات الطبية (انظر: go.nature.com/vqch6y). وستدخل المعاهدة حيِّز التنفيذ بمجرد التصديق عليها من قِبَلِ خمسين دولة، الأمر الذي يُتوقّع أن يستغرق من ثلاث إلى أربع سنوات.

جوائز

جائزة "مادوكس"

مُنِح الصيدلي ديفيد نوتّ جائزة "جون مادوكس" لتأييد العلوم في الرابع من نوفمبر 2013. تُكرِّم الجائزة أشخاصًا قاموا – على الرغم من التحديات – بتعزيز دور العلوم من أجل الصالح العام. يُذكر أن نوتّ، الذي يعمل في كلية لندن الجامعية، قد أُقيل من منصب كبير مستشاري تعاطي المخدرات (رئيس المجلس الاستشاري المعني بتعاطي المخدرات) في المملكة المتحدة في عام 2009، بعد أن انتقد سياسة الحكومة المتعلّقة بالمخدرات. تحمل الجائزة اسم محرر سابق بدوريّة "نيتشر"، وتُمنح بشكل مشترك من دوريّة "نيتشر"، ومؤسسة "كوهن" في لندن، ومجموعة حملة "تعزيز الوعي بالعلوم" البريطانية.

مراقبة الاتجاهات

صنّفت وكالة السرطان في منظمة الصحة العالمية تلوّث الهواء الطلق كـمُسرطن للإنسان. ففي السابع عشر من أكتوبر 2013، استشهدت الوكالة الدولية لبحوث السرطان بدراسات تربط بين الهواء الملوَّث والإصابة بسرطان الرئة، وزيادة خطر الإصابة بسرطان المثانة. ووصفت الوكالة كذلك الجزيئات الموجودة في الهواء الطلق الملوَّث بأنها سبب السرطان. وفي تقرير منفصل، أصدرته وكالة البيئة الأوروبية في الأسبوع الماضي، سُلِّط الضوء على تعرُّض المناطق الحضرية في أوروبا لجزيئات ملوثة (انظر الرسم البياني).

SOURCE: EEA/ESTAT

احبِسْ أنفاسك

بين عامي 2001 و2011، تعرّض نحو ثلث سكان المدن في أوروبا لمستويات خطرة من الجزيئات في الهواء.

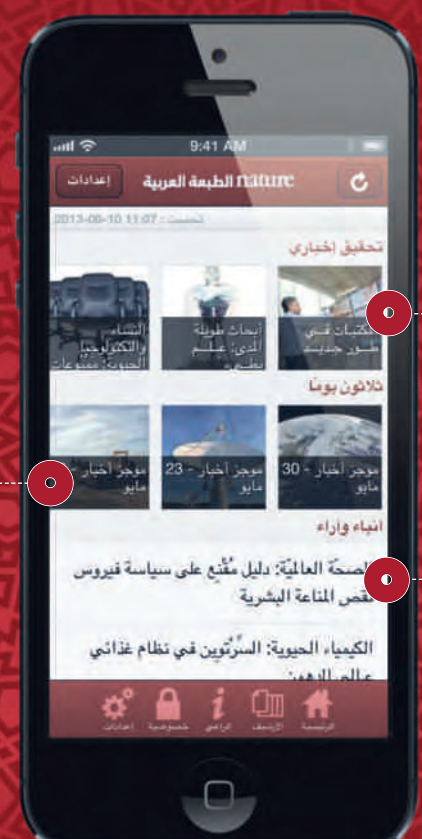
* PM_{10}: جزيئات قطرها أصغر من 10 ميكرومترات. حدود الاتحاد الأوروبي: 50 ميكروجرامًا من جسيمات PM10 لكل متر مكعب، ولا يتم تجاوزها لأكثر من 35 يومًا في السنة.

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:
www.nature.com/news

nature
الطبعة العربية

البحوث العلمية ذات المستوى العالمي

متاحةُ الآن للمجتمع بأكمله.



تحقيق إخباري

موجز الاخبار

أنباء وآراء

أحدث ما يدور في مجال العلوم على بُعْد لمسةٍ، أو نقرةٍ بطرف البَنَان، أو انزلاقٍ بالإصبع على الشاشة!

حَمِّلْ تطبيق *Nature* الطبعة العربية الجديد على الآيفون والأندرويد؛ واحصلْ على حق الدخول إلى الموقع مجانًا.

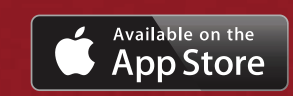
تقدِّم *Nature* الطبعة العربية الأخبارَ العلمية عالية التأثير، مع التعليق عليها، بالإضافة إلى ملخصٍ لكل الأوراق البحثية من الدَّوْرِيّة متعددة التخصصات، الأولى على مستوى العالم.

حَمِّل التطبيقَ من متجر التطبيقات اليوم؛ حتى تتمكَّن من قراءة أحدث الأخبار والأبحاث العلمية المقدَّمة من دَوْرِيّة *Nature* الطبعة العربية أينما كنتَ، وأثناء تَنَقُّلك.

حَمِّل التطبيقَ من على هذا الرابط:

arabicedition.nature.com/mobile







nature publishing group npg

iPhone is a trademark of Apple Inc.

أخبــار في دائرة الضـوء







R TO L: TONY AVELAR; HADAR GOREN; YALE UNIV.

كشف توماس سودوف (اليمين)، وراندي شيكمان، وجيمس روثمان عن كيفية تفاعل الحويصلات مع الأهداف.

جائزة نوبل

آلِيـَّة النقــل الخلوي تحصـل علـى «نوبــل»

مُنحت جائزة الطب لمُكْتَشِفي النظام الحويصلي الذي ينقل الجزيئات الحيوية حول الخلايا.

إيوين كالاوي

تقاسم العلماء الثلاثة الذين شرحوا تفاصيل «خدمة النقل الخلوي» جائزةَ «نوبل» في الفسيولوجيا أو الطب لهذا العام. فقد حدَّد عملهم الكيفية التي تقوم بها الخلايا بنقل البروتينات والجزيئات الحيوية الأخرى من مكان إلى آخر. وهي عملية مهمة في إطلاق مركبات النواقل العصبية، وإفراز الإنسولين، وفي عدد لا يُحصى من المهام الأخرى.

وستُمْنَح الجائزة ـ وهي بقيمة 8 ملايين كرونة سويدية (1.2 مليون دولار) ـ إلى جيمس روثمان من جامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت؛ وراندي شيكمان من جامعة كاليفورنيا، بيركلي، وسودوف توماس سودوف من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، وذلك في الحفل الذي سيقام بهذه المناسبة في يوم 10 ديسمبر في ستوكهولم.

يقول شيكمان: «كان أول رد فعل لي هو «يا إلهي!». وكان ذلك أيضا رد فعلي الثاني».

اختصّت لجنة نوبل الباحثين الثلاثة بالجائزة؛ «لاكتشافاتهم الآليات التي تنظم حركة النقل الحويصلي، أي أحد أنظمة النقل الرئيسة في خلايانا». والحويصلات هي حزم صغيرة، مغلَفة بطبقة من الدهون، تنقل الجزيئات الحيوية حول الخلية من خلال اندماجها مع غيرها من البنى الأخرى.

يقول هيدي بلو ـ اختصاصي علم المناعة في معهد وايتهيد في كمبريدج، ماساتشوستس ـ إن عمل الفريق الثلاثي هو أساسي جدًّا لبيولوجيا الخلية لدرجة يسهل معها اعتبار العمل أمرًا مسلَّمًا به. ويضيف: «عندما نُدرِّس بيولوجيا الخلية لطلبة تخصصات البيولوجيا وطلبة الدراسات العليا، فإن العديد من جوانب النقل الحويصلي تُقدَّم كما لو كانت أمرًا معروفًا طوال الوقت».

بدأ روثمان وشيكمان عملهما في أواخر السبعينات من القرن العشرين، عندما أدرك العلماء أن الحويصلات تؤدي دورًا في النقل الخلوي، لكنهم كانوا يعلمون القليل عن الكيفية التي تساعد بها هذه البِنَى على تطويع العمليات المختلفة الداخلية للخلية. وقد سلك الاثنان طرقًا مختلفة جدًّا لتحديد الطرق التي تُشكِّل بها الخلايا الحويصلاتِ، وكيف تَعْرِف هذه الحزم إلى أين تذهب، وكيف تندمج مع الأغشيةِ الأخرى.

بدأ روثمان ـ المعروف بطريقته المنهجية في الكيمياء الحيوية (الذي أشار البعض في عدد من المؤتمرات إلى شبهه الغريب بملك إنجلترا هنري الثامن) ـ كباحث شاب في جامعة ستانفورد يهدف إلى إجراء العملية برمتها في أنبوب اختبار. وتضمَّن العمل البحث عن البروتينات عن طريق تصفية خلاصات من خلايا الثدييات، التي كان البعض منها قد أصيب بعدوى فيروسية، مثل العديد من الفيروسات الأخرى التي تستخدم نظام النقل الحويصلي. فاستُخْدِمت إحدى البروتينات الفيروسية كعلامة لتتبع مراحل الانتقال عبر النظام الحويصلي.

استخلص فريق روثمان عدة بروتينات حاسمة بالنسبة إلى اندماج الحويصلات مع أهدافها من الأغشية الأخرى. أطلق على الأول منها اسم: «العامل الحساس للمركب إن-إيثيل ماليميدي N -ethylmaleimide-sensitive factor»، أو اختصارًا: البروتين NSF.

وعبر خليج سان فرانسيسكو في بيركلي، اتخذ شيكمان وفريقه منهجًا أكثر تنوعًا لدراسة المشكلة نفسها. قام الباحثون بإحداث طفرات في سلالات من الخميرة من النوع *Saccharomyces cerevisiae*، وفحصوها؛ بحثًا عن السلالات التي لم تعد قادرة على نقل بعض الإنزيمات حول الخلية. اكتشفت التجارب في نهاية الأمر 23 «جينًا إفرازيًّا»، وكان واحدًا منها مسؤولًا عن ترميز البروتين NSF.

في البداية، ظل العديد من العلماء متشككين في النتائج، حسبما قال مارينو زيريال، اختصاصي علم الأحياء الجزيئية، الذي يدرس النقل الخلوي في معهد ماكس بلانك للبيولوجيا الجزيئية للخلية وعلم الوراثة في دريسدن، ألمانيا. وأضاف قائلًا: «علماء الكيمياء الحيوية لا يحبّذون المقاربة الوراثية. وعلماء الوراثة يشكِّكون في المقاربة البيوكيميائية».

وفي الأعمال اللاحقة في أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات من القرن العشرين، حدّدت مختبرات شيكمان وروثمان الآليات الأساسية لاندماج الحويصلات، التي تتعرف من خلالها البروتينات المغروسة في أغشية الحويصلات على البروتينات في أغشية أهدافها، وذلك من خلال آلية «القفل والمفتاح» التي لا تزال غير مفهومة تماماً. يقول زيريال: «إن الحماس الناتج عن هذين العالَمَيْن هو أمر لا يصدق. إنهما مَثَّلي الأعلى».

وفي الوقت نفسه، ركز بحث سودوف على اندماج الحويصلة في الخلايا العصبية، التي تتواصل مع الخلايا العصبية الأخرى من خلال النواقل الكيميائية العصبية التي يتم تعبئتها في الحويصلات. في بداية أواخر الثمانينات من القرن العشرين، قام سودوف وفريق بقيادة ريتشارد شيلر ـ الذي يعمل الآن في جينينتيك، وهي شركة للتكنولوجيا الحيوية في ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◀ جنوب سان فرانسيسكو، كاليفورنيا ـ بتحديد عدد من البروتينات المهمة لهذه العملية. كذلك بيّن سودوف كيف يقوم الكالسيوم بتحفيز اندماج الحويصلات الحاوية للناقلات العصبية.

يقول وليام ويكنر اختصاصي الكيمياء الحيوية في كلية طب دارتموث في هانوفر، نيو هامبشاير: «إنها قصة رائعة، عن تحولنا في فترة زمنية قصيرة نسبيًّا، 25 أو 30 عامًا، من معرفة لا شيء تقريبًا عن كيفية حدوث النقل الغشائي في الخلايا، إلى معرفة البروتينات والعناصر الفاعلة، وامتلاك فكرة معقولة عن كيفية عملها. إن هؤلاء الثلاثة هم المسؤولون عن إحراز تقدم جوهري عظيم».

أما يوهانس هيرمان، اختصاصي بيولوجيا الخلايا في الجامعة التقنية في كايزرسلوترن في ألمانيا ـ الذي درّبه شيكمان، ويدين بالفضل لمعلمه السابق ـ فيقول: «إنه يوم عظيم». ويتذكر أن شيكمان كان يضع أهدافًا كبرى لمختبره، وعندما يتم تحقيقها؛ كان يكافئ المختبر بأكمله بولائم العشاء. كما أن شيكمان كان يشجع طلبته على السعي وراء مساعٍ أخرى، مثل السفر والاطلاع على الفنون. لذا.. فليس من المستغرب أن شيكمان عمل محررًا لدوريّة «وقائع الأكاديمية الوطنية للعلوم» في الفترة من 2006 حتى 2011. وعندما تركها؛ ذهب ليصبح رئيس تحرير دورية «إي-لايف».

يقول بلو إنّ الجائزة تسلط الضوء أيضًا على أهمية البحوث البحتة (الأساسية) بالنسبة إلى الطب الحيوي. «إن هذا يكّرم اكتشافًا بحتًا، أعتقد أنه تمَّ بدون أي حاجة ملحَّة إلى حل مشكلة طبية».

والفائزون الثلاثة هم الفائزون السابقون بجائزة آلبرت ليسكر الأساسية للبحوث الطبية البحتة، التي كثيرًا ما تُعتبَر مؤشرًا لجوائز نوبل في الطب في المستقبل. وقد فاز بها سودوف هذا العام (جنبًا إلى جنب مع شيلر) لعمله على إطلاق النواقل العصبية. وكان شيكمان وروثمان قد اقتسما الجائزة في عام 2002. ■



الفائزان بجائزة نوبل بيتر هيجز (يمين)، وفرانسوا إنجلرت في مختبر سيرن، يوليو 2012.

FABRICE COFFRINI/AFP/GETTY

جائزة نوبل

صاحبا نظرية هيجز يحصدان جائزة الفيزياء

فرانسوا إنجلرت، وبيتر هيجز كُوفِئا بجائزة نوبل بعد 50 سنة من بدء مطاردة البوزون.

ريتشارد فان نوردن

شارك آلاف العلماء في مطاردة جسيم هيجز بوزون، وهو الاكتشاف الأعظم لهذا الجيل في مجال فيزياء الجسيمات، لكن بالنسبة إلى لجنة التحكيم المانحة لجائزة نوبل في الفيزياء، فإن اسمين فقط كانت لهما الأهمية القصوى. ففي 8 أكتوبر الماضي بستوكهولم مُنح بيتر هيجز من جامعة أدنبرة بالمملكة المتحدة، وفرانسوا إنجلرت من جامعة بروكسل الحرة، جائزة نوبل، لوضعهما النظرية التي يُطلق عليها الآن آلية هيجز: وهي العملية التي تكتسب بها الجسيمات الأساسية خاصية الكتلة عبر مجال ممتد في الفضاء، والتي تشير إلى وجود بوزون هيجز.

فيما يتعلق باختيار اللجنة، «أعتقد بكل أمانة، أن هذا الذي كان ينبغي عليّ عمله»، كما يقول جون إليس، وهو عالِم فيزياء نظرية في مختبر «سيرن»، المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات بالقرب من جنيف، في سويسرا.

ووسط هتافات علت في مختبر «سيرن»، أعلن في 4 يوليو من العام الماضي عن وجود البوزون، هذا بعد إنتاجه خلال اصطدامات عالية الطاقة بمختبر المصادم الهادروني الكبير، الذي تكلف 3 مليارات يورو (4.1 مليار دولار أمريكي). وكان الأمر سيصبح معقدًا للغاية في محاولة تكريم جميع التجريبيين المشاركين بجائزة نوبل، كما يقول إليس، الذي شارك علماء مختبر «سيرن» الآخرين أنخاب الشمبانيا وفتح زجاجاتها، بينما كان يتم الإعلان عن المكافأة، وأضاف: «إنجلرت وهيجز رائدا هذا العمل استحقّا هذه الجائزة عن جدارة».

يقول إنجلرت: «أنا سعيد جدًّا جدًّا أنْ أحوز التقدير بهذه المكافأة الاستثنائية». أما هيجز، المعروف بتواضعه، والذي عانى التهابًا شُعَبِيًّا خلال شهر سبتمبر الماضي، فلم يعطِ الفرصة لإجراء لقاءات معه. كان الفائزان قد التقيا للمرة الأولى في مختبر «سيرن» في يوليو الماضي.

كان بوزون هيجز بمثابة الحلقة المفقودة في النموذج الأساسي لفيزياء الجسيمات، الذي يصف كل الجسيمات والقوى الأساسية، بصرف النظر عن الجاذبية. والبوزون ـ في حد ذاته ـ هو أصغر تموُّج محتمَل لمجال هيجز، الذي يعطي الكتلة للجسيمات، بما في ذلك الإلكترونات والكواركات والبوزونات W وZ التي تحمل القوة النووية الضعيفة.

كانت الفكرة قد طُرحت في ستينات القرن الماضي، عندما حاول الفيزيائيون وصف القوى الأساسية التي كانوا مشتبكين معها كـ«جسيمات ‹مربكة› عديمة الكتلة تجوب نظرياتهم»، كما صاغها إليس. في عام 1964، وبشكل مستقل، استنتج ستة فيزيائيين كيف يمكن لمفهوم المجال حل المشكلة. كان روبرت براوت (الذي توفي في 2011) وإنجلرت أول من أذاع الأمر في أغسطس عام 1964، وتبعهما بعدها بثلاثة أسابيع هيجز، وهو المؤلف الوحيد، في ذلك الوقت، الذي ألمح إلى البوزون الثقيل الذي أشارت إليه النظرية. ثم تلاهم توم كيبل، وجيرلد جورالنك، وكارل هيجن. يقول إليس: «تقريبًا لم ينتبه أحد». في الأغلب كان ذلك، لأن الفيزيائيين كانوا غير متيقنين من كيفية عمل حسابات تستخدم مثل هذه النظريات، إلا أنه بعد عام 1971، عندما استطاع جيرارد تهوفت التعامل مع الأمر رياضيًّا، ارتفع معدل الاستشهادات بتلك المسألة، وبدأ البحث عن جسيم هيجز بجدية .

كان هناك العديد من أصحاب النظريات الضالعين في اكتشاف الجسيم، حتى إنه رُوي عن هيجز أنه أشار إلى آلية هيجز بآلية (ABEGHHK'tH)، وهي الأحرف الأولى من أسمائهم (أندرسون – براوت – أنجلرت – جورالنك – هاجن – هيجز – كيبل - تهوفت). ولا تُعَدّ قائمة الأسماء هذه شيئًا، مقارنةً بالحشد الغفير من التجريبيين الذين انضموا إلى مسعى مطاردة البوزون بواسطة مسرعات جسيمات أقوى؛ أسفرت ـ وهي في سبيلها إلى هذا ـ عن نتائج تستحق في ذاتها جوائز نوبل.

وقد قال هيجز للحاضرين في مختبر «سيرن» عندما أعلن عن الجسيم: «حقا إنه شيء لا يُصَدَّق أنْ يحدث هذا في حياتي».

يقول آلان ووكر، وهو زميل هيجز في أدنبره: «كان ذلك اليوم للتجريبيين. أظن أن اليوم للعلماء النظريين». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



KJARTAN THORBJORNSSON/MORGUNBLADID/POLARIS/EYEVINE

في عام 2010، أجبر ثورانُ بركان «ايافيالايوكل» الطائرات ذات المحركات النفاثة غير الحصينة من الرماد البركاني على الهبوط.

علوم الغلاف الجوي

مُستشعِر للرماد البركاني يحلِّق عالياً

سوف يحلِّق باحثون بطائرة نفاثة نحو سحابة اصطناعية عملاقة من الجسيمات؛ لاختبار سلامة جهاز جديد.

ألكزاندرا ويتزا

قرر فريد براتا يوم 28 أكتوبر الماضي، إذا كان كل شيء هادئًا والجو صافيًا قبالة الساحل الغربي لفرنسا، محاكاةَ ما يشبه كارثة طبيعية. فقد خطَّط براتا ـ عالِم الغلاف الجوي في نيكارنيكا للطيران في شيلير بالنرويج ـ لأكبر اختبار ميداني حتى الآن لجهاز يُعدّ لمساعدة الطائرات على النجاة إذا صادفت رمادًا بركانيًّا قريبًا، ويمكنه أن ينصهر في درجات الحرارة العالية من المحركات النفاثة، ويشكل طبقة زجاجية تُضيق من تدفق الهواء. وبدلًا من بركان ثائر حقيقي، كان لدى براتا وفريقه طن رماد، انبعث من بركان «ايافيالايوكل» «Eyjafjallajökull» الأيسلندي. وبدلًا من صناعة الطيران في أوروبا، فإن لديهم طائرة نفاثة، سوف تطير نحو سحابة اصطناعية من هذا الرماد. والقصد من ذلك اختبار كاميرا الأشعة تحت الحمراء، التي تنبه الطيارين إلى أن هناك جسيمات بركانية تعترض مسار الطائرة.

منذ عشرين سنة، حين طور براتا المستشعر للمرة الأولى، وهو يحاول وضعه على الطائرات النفاثة (A. J. Prata *et al.* *Nature* **354**, 25; 1991)، لم يحرز سوى نجاح متواضع. كان هذا حتى ثوران بركان عام 2010، الذي دفع الرماد إلى مجال أوروبا الجوي، وحرم الطائرات من الإقلاع لمدة أسبوع، حفز هذا خطوط النقل الجوي «إيزي جت» ومصنع طائرات «إيرباص» على استثمار جهوده في نيكارنيكا، وهو فرع عن المعهد النرويجي لبحوث الجو. هذا الاختبار قد يكون خطوة كبيرة نحو وضع المستشعر على الطائرات التجارية في جميع أنحاء العالم .

يسلط العملُ الضوءَ على حجم ما تعلَّمه العلماء عن الرماد البركاني، منذ أرغم بركان «ايافيالايوكل» أوروبا على الركوع. إن ثوران البركان الأيسلندي «جمع تخصصات مختلفة معًا بطريقة لم نعهدها من قبل» كما يقول لوجلين سو، رئيس شعبة علم البراكين بهيئة المساحة الجيولوجية البريطانية في أدنبرة، بالمملكة المتحدة. «كان هذا شيئًا عظيمًا حقًّا»، فما تعلمه هؤلاء الباحثون أدّى إلى وَضْع المشرِّعين الأوروبيين لإرشادات جديدة حول الكم المقبول من الرماد الذي يمكن للطائرات الطيران خلاله. وقد تحسن فهم العلماء حول الكيفية التي يتأثر بها انتشار الرماد على مسافات طويلة بفعل عوامل، مثل أنماط الطقس .

يستخدم مستشعر براتا، المسمى «كاشف الجسم البركاني المحمول جوا» «Airborne Volcanic Object Imaging Detector» (AVOID)، كاميرات أشعة تحت الحمراء للكشف عن جزيئات السيليكات في الرماد البركاني. في عام 2011، طار المستشعر بنجاح لاختبارات منخفضة الارتفاع اختبرت بركاني «إتنا» و«سترومبولي» الإيطاليَّين. أما هذه التجربة الجديدة، فستكون أكبر سحابة رماد اصطناعية على الإطلاق فوق خليج بسكاي، في المجال الجوي الذي تسيطر عليه العسكرية الفرنسية. (هناك موقع احتياطي على ساحل البحر الأبيض المتوسط في فرنسا في حالة سوء الأحوال الجوية).

سوف تطير طائرة نقل بضائع من طراز إيرباص A400M في دوامة محكمة، لذر رماد من 50 برميلًا، وبينما هي تَصَّعَّد محلقة من 3000 متر إلى 4000 متر (انظر: «بطانة فضية»). تحلق طائرة ثانية من طراز إيرباص A340 للنقل التجاري، تحمل مستشعرًا «كاشف الجسم البركاني المحمول جوًّا»، قريبًا من السحابة على ارتفاعات شتى، لأخذ القياسات. كما أن طائرة مروحية ذات أربعة مقاعد من جامعة دوسلدورف للعلوم التطبيقية في ألمانيا سوف تقيس الخصائص الضوئية من داخل السحابة. وبدون محرك نفاث، لن تكون هذه الطائرة معرضة لخطر عطب المحرك أو تعطله؛ فلقد طارت من قبل في أعمدة رماد كثيفة فوق براكين نشطة، كما يقول كورادين فيبير، قائد فريق دوسلدورف .

وفي أشدّ حالة لها، من المرجح أن تكون السحابة الاصطناعية محتوية على ما لا يزيد عن 1 ملليجرام من الرماد لكل متر مكعب، كما يقول براتا. وهذا يجعلها دون النهاية الصغرى من مستوى تلوث الهواء الذي تسمح به اللوائح الأوروبية المنظمة، المعتمد بعد بركان «ايافيالايوكل». ويعتبر أي شيء أقل من 0.2 ملليجرام آمنًا للطيران، وما بين 0.2 و2 ملِّيجرام، يوجب على الطيار أن يكون منتبهًا لمخاطر الرماد؛ بينما بين 2 و4 ملِّيجرام، يتوجب على الطيار إجراء تقييم خاص للخطر؛ أما ما فوق 4، فينبغي على جميع رحلات الطيران أن تهبط إلى الأرض. ◄

المزيد أونلاين

NASA

القصة الرئيسة

عثر كيبلر على كوكبين خارجيين يدوران بزاوية حادة حول خط استواء نجمهما **go.nature.com/liu2bd**

أخبار أخرى

- لقاح مضاد لفيروس نقص المناعة الطبيعية يرفع خطورة العدوى **go.nature.com/a36gz4**
- إسبانيا تنقذ مجلس بحثي من إفلاس وشيك **go.nature.com/gesitc**
- جمجمة متحفرة تشير إلى أن الأنواع التي اعتُقِدَ في السابق أنها منفصلة عن فصيلة الإنسان المنتصب قد تنتمي إليه **go.nature.com/b4gnpl**

إذاعة نيتشر

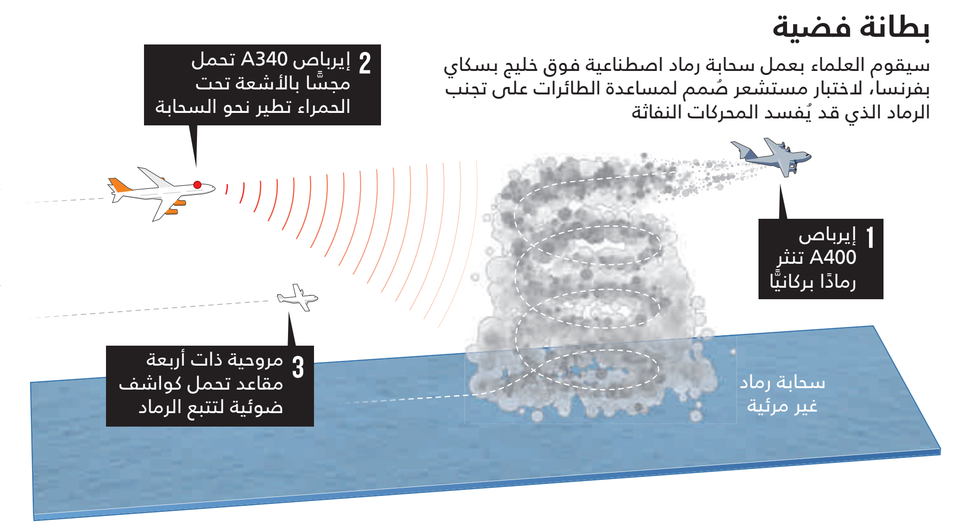


قراءة العقول بفك شفرة الأدمغة؛ الحقيقة حول تي. ركس وقفة أسبوعية الأخبار الرئيسة في العلوم **go.nature.com/nature/podcast**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بطانة فضية

سيقوم العلماء بعمل سحابة رماد اصطناعية فوق خليج بسكاي بفرنسا، لاختبار مستشعر صُمم لمساعدة الطائرات على تجنب الرماد الذي قد يُفسد المحركات النفاثة



وليس من الواضح ما إذا كانت سحابة الرماد الاصطناعية سوف تكون مرئية للعين البشرية، أم لا، على الرغم من أن العلماء على متن طائرة الأبحاث الألمانية رصدوا بقعة رماد بركان «ايافيالايوكل» عام 2010، وكانت بتركيزات تقل عن 0.2 مليجرام من الرماد لكل متر مكعب (U. Schumann *et al*. *Atmos. Chem. Phys*. **11**, 2245–2279; 2011). من المرجح أن تتبدد السحابة الاصطناعية في غضون 6-12 ساعات، وتسقط بلا أضرار فوق المحيط، كما يقول براتا. تتكلف التجربة نحو نصف مليون يورو (680.000 دولار أمريكي)، لذا.. يقول: «أمامنا فرصة واحدة». سوف يعرف الباحثون كمية الرماد التي أطلقوها، وهندستها الدقيقة، ومن ثم فإن التجربة سوف تمنح أفضل اختبار يمكن تقديمه لمستشعر «كاشف الجسم البركاني المحمول جوا» حتى الآن، لكن تظل هناك العديد من العقبات أمام النظام قبل إمكان استخدامه تجاريًّا، بما في ذلك ضرورة إدماجه في قمرة القيادة، وجعله مناسبًا للإنتاج. يقول براتا: «ليس واضحًا ماذا سنفعل لاحقًا». يقع القرار في الغالب على إيرباص، يتعين عليها أن تقرر ما إذا كانت تريد تطوير التقنية أكثر، أم لا. يأمل براتا أن يستخدم المستشعر يومًا ما على الطائرات التي تحلق في المناطق النشطة بركانيًّا من إندونيسيا إلى تشيلي، أو ألاسكا .

وبالعودة إلى حيث بدأ كل شيء، ثمة مبادرة « تحسين رصد البراكين الأيسلندية» FUTUREVOLC. فبقيادة جامعة أيسلندا في ريكافيك، والمكتب الأيسلندي للأرصاد الجوية، يحشد الباحثون شبكات من المعدات والتجهيزات تشمل محطات زلزالية، وكاميرات، ومجسات غاز. يقول فريشتاين سيجموندسون، عالم الأرض في جامعة أيسلندا، والمنسق المشارك في المشروع: «نعمل على جميع الجوانب، من نشوء الصهارة داخل القشرة، إلى الكيفية التي ترتقي بها في شكل أعمدة، وطريقة توزيعها».

حتى براتا مشارك في «مبادرة تحسين رصد البراكين الأيسلندية».. فهو يخطط لنشر ثلاث من كاميرات الأشعة تحت الحمراء من نيكارنيكا على أرض الواقع في أيسلندا. إنها سوف تقيس سرعة وارتفاع أعمدة الرماد، وهي في طريقها لإثارة الاضطراب في المجال الجوي في مكان ما. ■

جائزة نوبل

ردود أفعال علماء النمذجة على جائزة نوبل للكيمياء

الجائزة تثبت أنه يمكن للعلماء النظريين أن يرقوا إلى مستوى التجريبيين.

ريتشارد فان نوردن

النمذجة الحاسوبية هي أحد المجالات العلمية العديدة التي فشل ألفريد نوبل ـ بشكل يمكن فهمه ـ في التنبؤ بها في وصيته التي تركها في عام 1895. ولذلك، وكما يشير مايكل ليفيت: «لا توجد جائزة نوبل لعلوم الحاسوب»، إلا أنه تم الاعتراف بالأهمية المتزايدة للحوسبة في الكيمياء والبيولوجيا في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر الماضي، حينما أصبح ليفيت ـ الذي يعمل في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ أحد ثلاثة علماء مُنحوا جائزة نوبل للكيمياء على أبحاثهم على طرق محاكاة نشاط الجزيئات الكبيرة، من الإنزيمات الخلوية الى الأصباغ الممتصة للضوء.

قال ليفيت في مؤتمر صحفي: «لم يتلق استخدام الحواسيب في البيولوجيا التقدير الكافي»، وأضاف مازحًا: «إن قسمًا رابعًا من جائزة نوبل ربما كان سيُمنح لمصنعي الرقائق، الذين طوروا قوة الحوسبة بأضعاف مضاعفة لما هي عليه».

تم تكريم ليفيت مع مارتن كاربلس، الذي يعمل في جامعتي ستراسبورج في فرنسا وهارفارد في مدينة كمبردج، ماساتشوستس، وآري وارشيل، الذي يعمل في جامعة جنوبي كاليفورنيا؛ بسبب أبحاثهم على تقنية نمذجة محددة: وهي تقنية تربط بين وصف أشكال الجزيئات في صورتها المكبرة والمصغرة.

كان هؤلاء الثلاثة روادًا في سبعينيات القرن الماضي. ففي ذلك الوقت لم يكن من الممكن إجراء الحسابات على الصور الكمية-الميكانيكية ذات التفاصيل الدقيقة لتكوين الروابط وكسرها، إلا على أعداد صغيرة من الذرات. وحتى الوقت الحالي، ما زالت هذه الصور معقدة إلى حد بعيد، بحيث لا يمكن الحصول عليها في حالة زيادة عدد الذرات عن بضع مئات، ولا يمكن استخدامها لنمذجة بروتينات كاملة.

لذا.. استطاع ليفيت ووارشيل وكاربلس التوصل إلى الكيفية التي تُدمج بها هذه النماذج مع نماذج المحاكاة الأخرى المبسطة، التي تعامل الجزيئات وكأنها كرات ذرية مهتزة لا تتفاعل مع بعضها البعض، كما أنها موصولة بزنبركات. «تكمن البراعة في الحصول على صيغة تقريبية بسيطة بما فيه الكفاية، بحيث يمكن إجراء الحوسبة عليها، وغير بسيط بدرجة مخلة، بحيث تضيع منك التفاصيل المفيدة»، حسب قول ليفيت.

> **«نحن بارعون في إرشاد العلماء التجريبيين».**

أثبتت هذه النماذج متعددة المستويات أهميتها البالغة في دراسة آليات عمل التفاعلات الإنزيمية، ونشر البحث الرائد في هذا المجال في عام 1976 بواسطة وارشيل وليفيت اللذين أوضحا فيه الكيفية التي يقوم بها الاليسوزيم بكسر الرابطة الجلايكوسيدية. ويضيف كينيث ميرز ـ الذي يرأس معهد الأبحاث المدعمة بواسطة الحاسوب في جامعة ولاية ميتشيجان في إيست لانسنج ـ قائلًا إن التقنيات متعددة المستويات لا تزال غير مستخدمة بصورة واسعة في مجال الصناعة الدوائية. وبدلًا من ذلك.. تجد هذه النماذج حظها من الاستخدام، حسب قول العالم النظري كريستوفر كريمر ـ الذي يعمل في جامعة مينيسوتا في مينيابولس ـ في مجالات الكشف عن كيفية عمل المحفزات الصناعية، أو في تفحص الكيفية التي ينشط بها الضوء الأصباغ في الجسيمات النانوية التي تعمل كأشباه موصلات، على سبيل المثال.

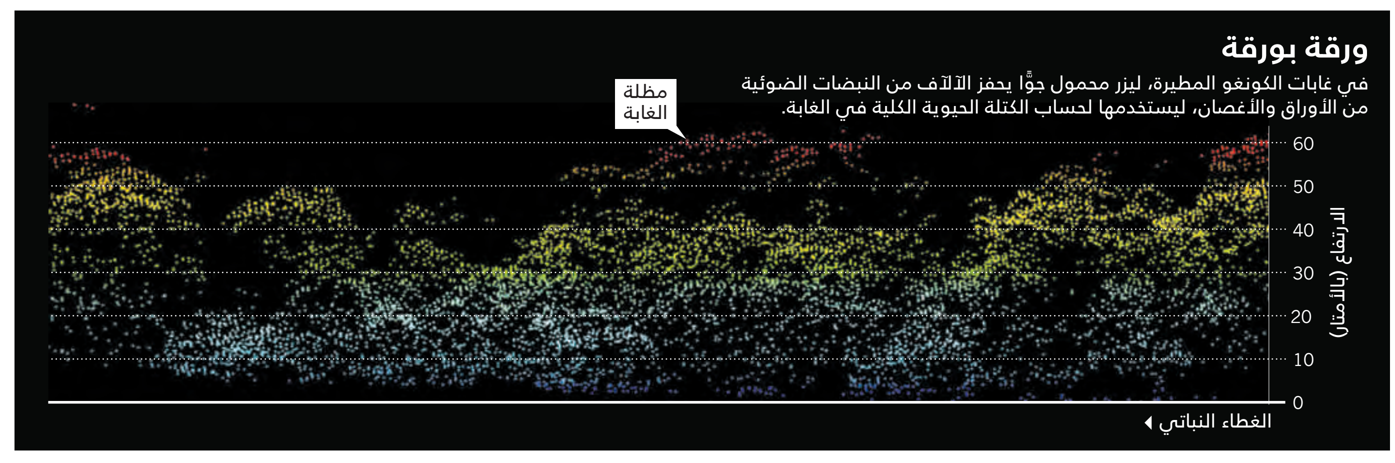
يُنظَر إلى هذه الجائزة أيضًا باعتبارها اعترافًا بمسيرة أبحاث هؤلاء العلماء طوال حياتهم في مجال المحاكاة الجزيئية، حسب قول الباحثين الذين تحدثوا إلى «نيتشر». قال جنار كارلستروم ـ من جامعة لند في السويد، ويعمل أيضًا كعضو في لجنة جائزة نوبل: «لقد جعل هؤلاء العلماء من الأبحاث النظرية ندًّا مكافئًا للأبحاث العملية».

وتبقى هناك علامة استفهام حول إمكانية أن يقدم العلماء النظريون تنبؤات تفاجئ العلماء التجريبيين. فالنمذجة الحاسوبية «تفلح بصورة كبيرة في مساعدة أولئك الذين يودون فهم لماذا تعمل الأشياء بالطريقة التي تعمل بها، إلا أنها لا تجيد التنبؤ بالأشياء الجديدة. نحن بارعون في إرشاد العلماء التجريبيين»، حسب قول كين هوك، الذي يستخدم برامج الحاسوب في تصميم إنزيمات جديدة في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجيليس.

يتفق وارشيل مع الرأي القائل بأنه على العلماء التجريبيين أن يكونوا حذرين في التعامل مع نتائج المحاكاة، غير أنه يتنبأ بأنه «سيأتي يوم يُنْجَز فيه كل شيء بواسطة الحواسيب القوية».

يضيف كريمر إلى ذلك القول بأنه: «في كل عام، يصبح التخلص من النفايات الخطرة أكثر تكلفةً، بينما تنخفض تكلفة القوة الحاسوبية. لذا.. فإن منحنى النمو يسير في اتجاه يحابي العلماء النظريين». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



إزالة الغابات

انطلاق خطـة الكربـون في الكونغو

جمهورية الكونغو الديمقراطية ترسم خريطة للكتلة الحيوية للغابات؛ لقياس أرصدة الكربون.

جيف توليفسون

بعد الإقلاع في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر الماضي من غابة كينشاسا الحضرية العشوائية، وجَّه العلماء طائرة ذات محركين فوق الغابة الحقيقية. بوجود ليزر صغير على متن الطائرة، بدأوا باجتياح الغابات المطيرة الشاسعة في جمهورية الكونغو الديمقراطية، محفزين الفوتونات من فوق الأوراق والأغصان. الهدف هو قياس ـ وربما حفظ ـ الكربون المنحبس في الغابات المطيرة التي تغطي ثلثي البلاد.

سوف تعزز البيانات أيضًا فهم العلماء لدور الغابات الاستوائية في تنظيم المناخ العالمي. يقول ساسان ساتشي، عالِم استشعار عن بعد في مختبر الدفع النفاث التابع لناسا في باسادينا، كاليفورنيا، الذي يقود تحليل بيانات المشروع: «نحن نعرف القليل جدًّا عن المناطق المدارية. وإذا عرفت هذه الدول كيفية رصد غاباتها كميًّا؛ سوف تساعدنا في حل المشكلة.»

هذه الرحلات هي جزء من مشروع ممتد لمدة عامين بتكلفة 6 مليون يورو (8 ملايين دولار أمريكي)، مموَّل من ألمانيا، لمكافحة إزالة هذا النوع من الغابات الاستوائية الذي يُعتبر اليوم مسؤولًا عما يصل إلى 15% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم. ولعدة سنوات، ناقشت الحكومات معاهدة، من شأنها أن تسمح للدول المتقدمة التعويض عن انبعاثاتها من غازات الاحتباس الحراري من خلال مساعدة البلدان الاستوائية للحفاظ على غاباتها. تعطلت المفاوضات، لكن الدول الغنية كانت قد رصدت عدة مليارات من الدولارات للبدء في المخطط .

وجمهورية الكونغو الديمقراطية هي واحدة من عدة بلدان استوائية تأمل جذب بعض تلك الأموال، لكن أولًا، يجب رسم خريطة للكتلة الحيوية عبر 155 مليون هكتار مذهلة ـ أكبر غابة استوائية في بلد واحد خارج البرازيل ـ وبعد ذلك تأسيس نظام لرصد إزالة الغابات من الفضاء. يقول أوريلي شابيرو، الرئيس التقني للمشروع مع منظمة «التمويل العالمي من أجل الطبيعة» WWF بألمانيا، وهي جماعة بيئية تقوم بإدارة المشروع مع جمهورية الكونغو الديمقراطية: «البلد ضخمة جدًّا، لديها الكثير من الغابات، وهي فقيرة جدًّا». ويضيف: «إذا استطاعت جمهورية الكونغو الديمقراطية أن تحقق ذلك، فمن الممكن أن يستطيع آخرون».

وللمساعدة، توجهت منظمة «التمويل العالمي من أجل الطبيعة» في ألمانيا إلى ساتشي، الذي قام بالفعل برسم خريطة للكربون في المناطق الاستوائية حول العالم، ولكن بدقة منخفضة نسبيًّا هي 1 كيلو متر. وتشير حساباته إلى أن غابات جمهورية الكونغو الديمقراطية تحوي 22-24 مليار طن من الكربون، ما يعادل أكثر من ضعف غازات الدفيئة المنبعثة العام الماضي.

> «لدينا مناطق محدودة، هي التي يكون فيها الهبوط آمنًا».

لكن القياسات تحتاج إلى أن تكون أكثر دقة، كما يقول، لأن الكتلة الحيوية يمكن أن تتباين بنسبة تصل إلى 50% بين أجزاء الغابة. مع خريطة بدقة 100 متر، ستكون جمهورية الكونغو الديمقراطية قادرة بشكل أفضل على حساب الانبعاثات التي ستنتج عن إزالة قسم من الغابة. هذه، بدورها، ستكون معلومة أساسية للشركات أو الحكومات التي تسعى لتعويض انبعاثاتها من خلال حماية أراضي جمهورية الكونغو الديمقراطية.

سيبدأ المشروع مع بيانات الليزر التي تم جمعها بواسطة الطائرات المحلقة خارج كينشاسا (انظر: «ورقة بورقة»)، ثم سيقوم الفريق بالعمل خارجًا من مطارات أكثر بعدًا، ليست إلا عدة ممرات صغيرة أكثر من موحلة في الغابة. الخطة تهدف إلى أخذ عينات في أكثر من 200 موقع، تم اختيارها لالتقاط أنواع مختلفة من الغابات، مع تجنب مناطق الصراع في البلد الذي مزقته الحرب. إنها مهمة شاقة احتاجت أكثر من عامين من التخطيط. يقول ساتشي: «علينا أن نحمل وقودنا معنا»، ويضيف: «لدينا مناطق محدودة، هي التي يكون فيها الهبوط آمنًا».

والقياسات الجوية سوف تغطي نصف مليون هكتار فقط، ولكن يمكن استقراؤها للغابة بأكملها من خلال المعايرة مع البيانات الأرضية وصور الأقمار الصناعية. تتم أولًا مطابقة البيانات مع قياسات محيط الشجرة والارتفاع في عدة مئات من النقاط الأرضية؛ الطريقة الكلاسيكية لحساب الكتلة الحيوية للغابات. ثم يتم استخدام تقديرات الكتلة الحيوية لمعايرة الصور من مركبة «لاندسات» الفضائية التابعة لناسا، وبيانات الرادار من القمر الصناعي الياباني المتطور لرصد الأرض، لإعطاء قياس للكربون لكافة الـ155 مليون هكتار من الغابة.

إنّ جمهورية الكونغو الديمقراطية ليست البلد الوحيد الذي يسعى لقياس الغابات على نطاق واسع. والجابون، في حوض الكونغو الغربي، تخطط لترسيم غاباتها باستخدام التقنية نفسها. وخلال السنوات القليلة الماضية قامت بيرو بترسيم الكربون في الجزء الخاص بها من الأمازون (انظر: *Nature* **461**,1048–1052; 2009). وقد قامت البرازيل بعمل تقييمات أقل تفصيلًا لكربون الغابات، لكن نظامها لرصد إزالة الغابات هو الأكثر تقدمًا في العالم. يساعد حاليًا العلماء مع معهد البلاد الوطني لبحوث الفضاء في ساو جوزيه دوس كامبوس جمهورية الكونغو الديمقراطية لإقامة نظام مماثل، استنادًا إلى بيانات «اللاندسات» المتاحة بحرية، لتعقب إزالة الغابات، وفي النهاية.. للتحقق من التخفيضات في مثل هذه المفقودات، وبيع موازِنات الكربون.

يعمل ماثيو هانسين ـ عالِم استشعار عن بعد في جامعة ماريلاند في كوليدج بارك ـ مع راسمي الغابات في كينشاسا، ويقول إن مشروع جمهورية الكونغو الديمقراطية يواجه عقبات. فالكثير من إزالة الغابات ـ الذي يتم من قِبَل سكان المناطق الحضرية، بحثًا عن الخشب والفحم النباتي، ومن قبل مزارعين يفرغون مساحات صغيرة من الأرض ـ يتم على نطاق صغير، ويصعب أن يُرى عبر القمر الصناعي. كما تعقِّد الغيوم الثابتة أيضًا هذا النوع من الرصد الذي تصدرته البرازيل.

إنّ إزالة الغابات على نطاق واسع ـ التي سيكون من الأسهل رصدها ـ لم تبدأ حتى الآن في حوض الكونغو. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى عدم الاستقرار السياسي، لكن هانسن يخشى أن يتغير هذا إذا ازدادت الاستثمارات في المشاريع الزراعية، مثل زراعات نخيل الزيت». وإذا حدث ذلك في أي وقت، «يمكنك ملاحظة بعض التغيرات الهائلة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اندماج الأفكار

المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي هو من نوع مفاعلات توكاماك، حيث يُحفظ الوقود في وعاء على شكل دونات، ويتم تسخينه إلى عشرة أضعاف درجة حرارة قلب الشمس، وذلك لتكوين البلازما، وهي غاز ساخن مشحون كهربيًّا.

1. الوعاء المفرغ
وعاء ضخم من الفولاذ المقاوم للصدأ، يحتوي البلازما، ومن ثم التفاعل الاندماجي.

2. التسخين
ستقوم حاقنات أشعة متعادلة وموجات كهرومغناطيسية بترددات راديوية بتسخين البلازما إلى 150,000,000 درجة مئوية.

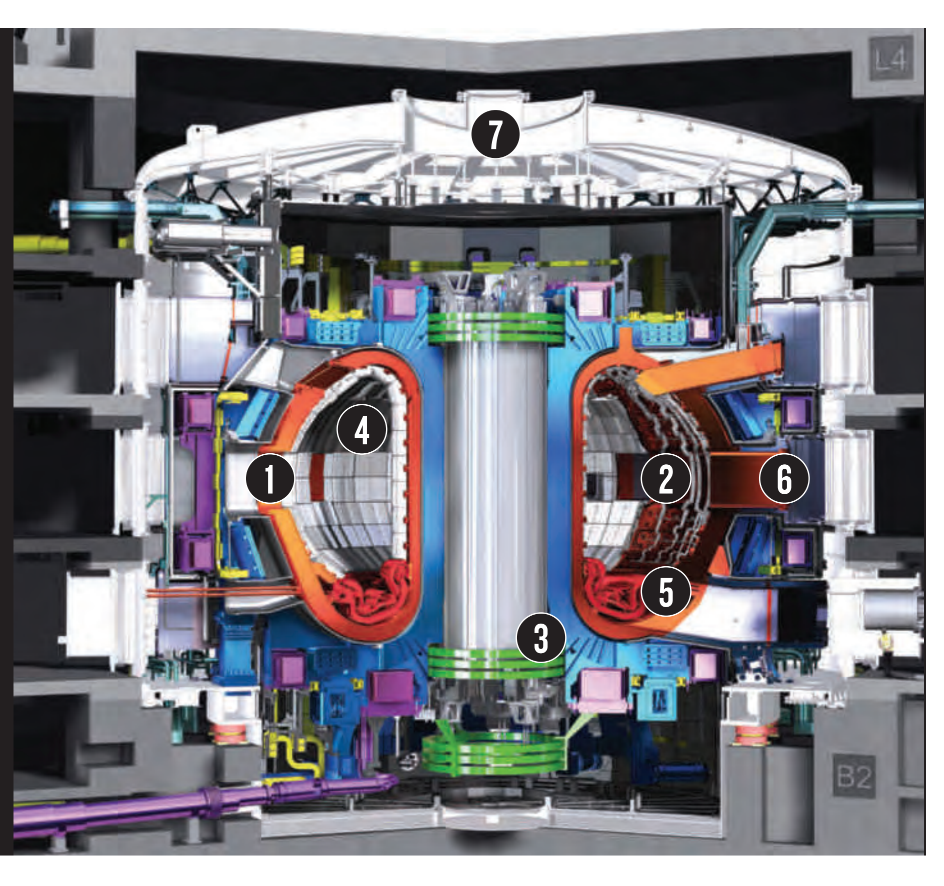
3. المغناطيسات
يقوم عشرة آلاف طن من المغناطيسات فائقة التوصيل بتوليد مجال مغناطيسي تبلغ شدته 200,000 مرة شدة المجال المغناطيسي الأرضي؛ لاحتواء البلازما وتشكيلها.

4. البطانة
ستقوم قراميد يصل وزنها إلى 4 أطنان بحماية الوعاء المفرغ والمغناطيسات من الحرارة والنيوترونات.

5. بلاط سحب الحرارة
سلسلة من بلاط التنجستن تحت الوعاء المفرغ تسحب حرارة العادم والغازات بعيدًا عن مفاعل التوكاماك.

6. أجهزة تشخيص الأعطاب
أجهزة قياس رئيسة (بما في ذلك أجهزة قياس الضغط وكاميرات النيوترونات) لقياس فيزياء البلازما.

7. الكرايوستات
ثلاجة ضخمة تحيط بالوعاء المفرغ، لحماية المغناطيسات فائقة التوصيل وغيرها من المعدات من الحرارة.



ITER ORGANIZATION

الاندماج النووي

«المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» يركِّز على الفوز بالجائزة

التأخير في أعمال الإنشاء يجبر القائمين على المشروع على إعادة التفكير في برنامج البحوث، ولكنّ هدف تحقيق الاندماج النووي ما زال على الطريق المرسوم له.

ديكلان بتلر

أدى التأخير في تركيب أجزاء رئيسة في «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» ITER ـ وهو يمثل تجربة اندماج نووي دولية بمليارات اليورو ـ إلى إجبار العلماء على تغيير برنامج المفاعل البحثي؛ للتركيز حصرًا على الهدف الرئيس، ألا وهو توليد الطاقة بحلول عام 2028. ونتيجة لذلك.. سيتم تأجيل بحوث كثيرة لا تُعدّ ضرورية؛ لتحقيق الهدف، ومن بينها بعض بحوث الفيزياء الأساسية ودراسات البلازما التي تهدف إلى فهم أفضل للاندماج على نطاق صناعي.

وقد علمت دورية «نيتشر» أن خطط تشغيل المفاعل هي الناتج الرئيس لتوصيات لجنة خبراء، قوامها 21 عالِمًا من علماء البلازما الدوليين ومن العاملين في مشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي»، اجتمعت لإعادة تقييم الخطة البحثية للمشروع في ضوء التأخير في أعمال الإنشاء. وقد نوقشت الخطة في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر الماضي في اجتماع «للجنة الاستشارية للعلوم والتقنية للمفاعل النووي» STAC.

يمثل هذا الاجتماع بداية عام من المراجعة من قبل «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي»؛ بهدف محاولة الإبقاء على التجربة على الطريق الصحيح لتوليد 500 ميجاوات من الكهرباء من مدخل قدرة قيمته 50 ميجاوات بحلول عام 2028، ومن ثم إنجاز هدف المشروع بتحقيق قيمة Q ≥ 10، حيث تكون الطاقة الناتجة عشرة أضعاف الطاقة المدخَلة، أو أكثر.

يجري بناء «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» ـ الذي سيكون أكبر مفاعل توكاماك نووي حراري في العالم (انظر: «اندماج الأفكار») ـ في سانت- بول- ليز- دورانس بجنوب فرنسا بواسطة الاتحاد الأوروبي والصين والهند واليابان وكوريا الجنوبية وروسيا والولايات المتحدة، بتكلفة قدرها 15 مليار يورو (20.3 مليار دولار أمريكي). ويُعد الحصول على عشرة أضعاف الطاقة المدخَلة هدف المشروع وسبب وجوده، ومن المرجح أن يؤدي تحقيق ذلك إلى إنعاش اهتمام العامة والسياسيين بالاندماج النووي. ومن الخطوات الحاسمة على هذا الطريق الوصول إلى مرحلة حقن الوقود النووي لأول مرة في المفاعل، والمقرَّر أن تتم في عام 2027. سيكون الوقود بلازما من نظيرين ثقيلين للهيدروجين، هما: الديوتيريوم، والتريتيوم (DT).

توقعت الخطة الأصلية لمشروع البحث، التي وُضعت عام 2010، الانتهاء من بناء المفاعل بأكمله بحلول عام 2020، حيث كان من المقرر في الوقت نفسه أيضًا أن يقوم المفاعل بإنتاج البلازما لأول مرة، وذلك باستخدام الهيدروجين كوقود اختبار، غير أن تخفيض تكلفة المشروع ومشكلات التدفق النقدي لدى الدول الأعضاء أدَّيا إلى أنه رغم أن المفاعل سيكون فاعلًا بحلول ذلك الوقت على الأرجح، فسيُؤجَّل تسليم بعض الأجزاء حتى بعد ذلك بعدة سنوات. يشمل ذلك بعض أجهزة تشخيص الأعطاب المستخدمة لتحليل فيزياء البلازما على النطاق الكبير جدًّا الذي يسمح به المفاعل وعناصر نظام التسخين التي سترفع درجة حرارة البلازما في نهاية المطاف إلى 150مليون درجة مئوية.

«كانت الخطة أن يتم شراء كل شيء وتركيبه قبل الحصول على البلازما الأولى، ومن ثم الانتقال مباشرة إلى التشغيل بمجموعة مكتملة من الأنظمة»، كما يقول ديفيد كامبل، رئيس إدارة البلازما بمشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي». وبدلًا من ذلك.. سيبدأ الباحثون بمجموعة أوليّة من الأجهزة والنظم، يُضاف المزيد منها كتحديثات في وقت لاحق. كان من بين الأهداف الرئيسة لاجتماع «اللجنة الاستشارية للعلوم والتقنية لمشروع المفاعل النووي» تحديد عناصر البحث التي تعد ضرورية لإبقائه على المسار الصحيح؛ للوصول إلى مرحلة استخدام عنصري الهيدروجين الثقيلين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وعشرة أضعاف الطاقة المدخلة في الموعد المحدد. على سبيل المثال، كان من بين تلك العناصر الأساسية مصنع محلي لإنتاج التريتيوم.

من المتوقع أيضًا أن تؤثر نتائج تقييم اللجنة الاستشارية للمراجعة على خطط التأجيل الخاصة بالدول الأعضاء في مشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي»، التي سيتم تعديلها؛ لتلبية الأولويات العلمية الرئيسة التي تم تحديدها في التقييم. يقول كامبل إنه عن طريق تحديد جدول زمني، «ستقوم اللجنة بمواءمة الجداول الزمنية للتسليم مع خطة البحث، بحيث لا تتعطل خطة البحث من جرّاء انتظار أشياء لم يتم تسليمها».

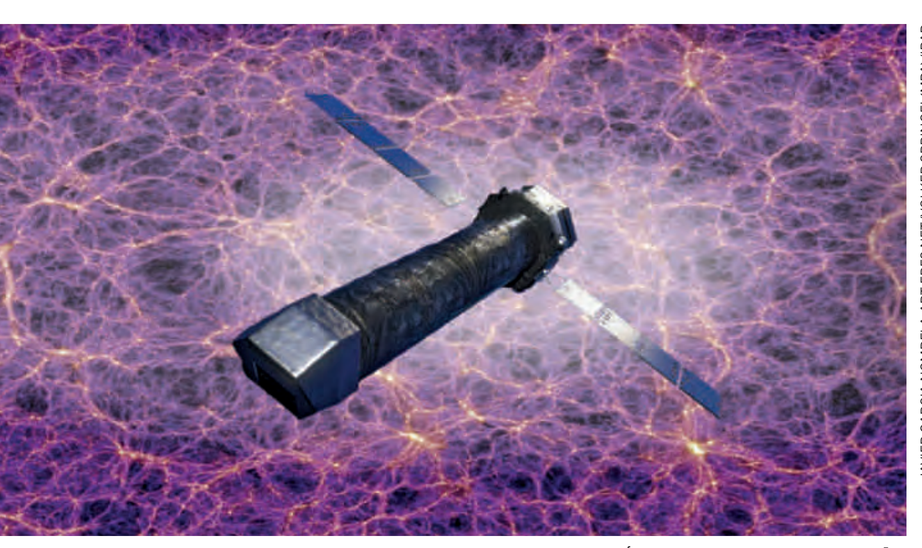
والنتيجة المحتملة لتخفيض تكاليف البحث هي تأجيل بعض أجزاء خطة البحث إلى ما بعد عام 2028.

يهدف مشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» بشكل أساسي إلى إنتاج عشرة أضعاف الطاقة المدخلة لبضع ثوان، ثم لنبضات تتراوح مدتها مابين 300 إلى 500 ثانية، والعمل على مدى العقد التالي على تحقيق طاقة مخرجة تبلغ 30 ضعف الطاقة المدخلة، وذلك لنبضات تستمر لمدة ساعة تقريبًا. في نهاية المطاف يكمن الهدف النهائي في تطوير بلازما ثابتة ومستقرة، مما سيسفر عن معلومات تتعلق بتوليد الطاقة عن طريق الاندماج النووي على نطاق صناعي. ستكون التجارب المتعلقة بفهم إنتاج البلازما من المفاعل بنبضات أطول وبحالة مستقرة الأكثر عرضة لاحتمال تأجيلها إلى ما بعد عام 2028.

كما يُتوقع أيضًا تأجيل البحوث المتعلقة بتحقيق أداء أفضل للبلازما، ومعها زيادة إنتاج الطاقة، جنبًا إلى جنب مع التجارب الخاصة بدراسة كيفية السيطرة على الاضطراب الذي يمكن أن يتلف جدار المفاعل، وكذلك خصائص استقرار وطاقة البلازما.

يقول أوليفييه سوتر من المعهد الاتحادي السويسري للتقنية بلوزان، سويسرا، وأحد المقيِّمين لخطة البحث بمشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي»، أنه قد يكون بالإمكان اختصار الوقت اللازم للوصول إلى استخدام وقود عنصرَي الهيدروجين الثقيلين بأشهر أو أكثر. ويضيف قائلاً إن قرار «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» بسلوك «طرق مختصرة» قد ينطوي أيضًا على مخاطر. وللمساعدة في تخفيف آثار ذلك، يعمل مشروع المفاعل عن كثب مع الباحثين في مفاعلات توكاماك الأخرى في مختلف أنحاء العالم، مثل مفاعل توروس الأوروبي المشترك بمقاطعة أكسفوردشاير في المملكة المتحدة، وذلك لمعالجة بعض أوجه الشك المحتملة فيما يتعلق بطاقة البلازما واستقرارها.

يقول ميكي ويد، مدير «البرنامج القومي للاندماج النووي بالولايات المتحدة» DIII-D في جنرال أتوميكس بسان دييجو، وعضو لجنة تقديم المشورة لعملية المراجعة: «من المؤسف بعض الشيء أن ضغط الجدول الزمني لمشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» سيحدّ من فرص البحوث الشيقة التي ستتيحها المراحل المبكرة من تشغيل المفاعل، لكن تظل مهمته واضحة»، ويتابع: «لقد أنجز أفراد فريق الفيزياء بمشروع «المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي» مهمتهم بشكل يستحق الإعجاب في الحفاظ على تركيزهم على الوصول إلى هدفهم الرئيس الأوحد، ألا وهو الحصول على عشرة أضعاف الطاقة في أقرب وقت ممكن». ■


JAVIER GARCIA NOMBELA-ART-ERES.NET/VOLKER SPRINGEL(MPA)/IRAP

يُخَطَّط لإطلاق مرصد الأشعة السينية «أثينا+» في عام 2028، وسوف يكون الأقوى من ذي قبل.

علم الفلك

تليسكوب الأشعة السينية على رأس جدول أعمال الفضاء

تختار وكالة الفضاء الأوروبية الموضوعات الرئيسة للبعثات الفضائية، مع وجود تليسكوب الأشعة السينية على رأسها.

إليزابيت جيبني

أحرز تليسكوب فضائي للأشعة السينية موقعًا متقدمًا، تخطَّى به مرصد موجات الجاذبية في سباق بعثات الفضاء؛ ليصبح مشروع أوروبا القادم.

ففي 31 أكتوبر الماضي، طرح مدير البرنامج العلمي والاستكشاف الروبوتي في وكالة الفضاء الأوروبية ألفارو جيمينيز، موضوعين أساسيين: «حرارة وطاقة الكون»، و«جاذبية الكون»؛ ليشكلا خريطة المشروعات التالية للوكالة الكبرى (L-class). وقد بلغت تكلفة البعثتين (L2) و(L3) بليون يورو (1.4 بليون دولار)، ومن المقرر إطلاقهما في عامي 2028 و2034، على التوالي. وتنظر لجنة البرنامج العلمي في وكالة الفضاء الأوروبية، والمؤلفة من عدد من ممثلي الدول، في أمر إعطاء التوصية بالعمل بتلك المشروعات، التي من المفترض أن تكون قد أعلنت عنها في 28 – 29 نوفمبر الماضي، ونادرًا ما ترفض اللجنة مشورة المدير العلمي.

يحمل أول الموضوعات أخبارًا سارة بالنسبة إلى بعثة تليسكوب «أثينا+» Athena+، (اختصارًا لـ: التليسكوب المتقدم للفيزياء الفلكية عالية الطاقة)، وهو مرصد أشعة سينية سيكون في مقدمة العروض البحثية المطروحة– المخطط لها العام القادم- لاستكشاف حرارة وطاقة الكون. والمرصد، الذى سيحمل معه تليسكوبًا ومعدات لقياس طاقة مصادر الأشعة السينية، إضافةً إلى تصويرها بدقة لا مثيل لها، سيدرس كيف تتطور الغازات الساخنة إلى حشود مجرّية ونمو الثقوب السوداء. ويذكر لويجي بيرو، العضو في مجموعة عمل معدات وبصريات البعثة الفضائية «أثينا+»، ويعمل في المعهد الوطني الإيطالي للفيزياء الفلكية في روما، أن نصف المادة المرئية كلها في هذا «الطور الساخن»، لكنها غير مفهومة بوضوح. ويشرح قائلًا: «سنكون قادرين الآن على معالجة الأسئلة حول كيفية عمل الكون فعليًّا، وما هو دور البلازما الساخنة والثقوب السوداء في شكل الكون».

الموضوع الثاني سيركز على علم فلك موجات الجاذبية، الحقل الذي لم يُدْرَس في الفضاء من قبل. وستكشف البعثة الفضائية «إليزا» (هوائي مقياس التداخل الليزري الفضائي المطور «eLISA») عن الترددات المنخفضة لموجات الجاذبية التي يُعتقد أنها تمتد في نسيج المكان والزمان. ولا يمكن الكشف عن موجات الجاذبية بشكل مباشر بوساطة المراصد الأرضية. لذلك.. فإن أشعة الليزر للبعثة الفضائية «إليزا» سترتد بين ثلاث مركبات فضائية تبعد عن بعضها مليون كم على الأقل، وستلتقط أي موجة عابرة عندما يتغيّر الموضع الدقيق لإحدى المركبات الفضائية.

وسوف تكشف البعثة الفضائية «إليزا» الإشارات القادمة من الثقوب السوداء المتصادمة فائقة الكتلة، وسوف تكون قادرة على تتبع تطور المجرات، على حد وصف كارشتن دانتزمان، مدير معهد ماكس بلانك لفيزياء الجاذبية في هانوفر، ألمانيا، إذ إن تموجات الجاذبية يمكنها أن تمر بشكل هادئ خلال المادة التي تؤثر على الموجات الكهرومغناطيسية. وسوف تمكِّن البعثة الفضائية «إليزا» العلماء من «رؤية» المزيد عبر الزمن الماضي، إلى الأيام الأولى من الكون. كما يُؤمل من تلك البعثة الإجابة عن الأسئلة المثارة في الفيزياء الأساسية، كما لو كانت النسبية العامة تستمر عند حواف الثقوب السوداء.

وبالنسبة إلى مؤيدي البعثة الفضائية «إليزا»، فإن قرار إطلاقها في عام 2034 جاء محبطًا، لأن بعثة الاستكشاف اللازمة لاختبار سلامة التقنيات سوف تنطلق عام 2015، بعد عدة أعوام من التأخير. يقول دانتزمان إن اقتراح إطلاق ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مرصد الأشعة السينية أولًا يعكس الرغبة في التركيز على الجوانب «قليلة المخاطر نسبيًّا» في المشروعين.

ويعترف راندال سميث ـ الفلكي المتخصص في الأشعة السينية في مركز هارفارد سميثونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج، ماساتشوستس ـ بأنه فوجئ بأن برنامجه تم اختياره ليسبق برنامج علم فلك موجات الجاذبية، مع العلم أنه في المنافسة السابقة، ضمن المسح العَقْدي الأمريكي، الذي يقرر بعثات ناسا المستقبلية، ذهبت أفضلية الاختيار لمنافسه.

ويعتقد العديد من الفيزيائيين الفلكيين أن الحالة المثالية هي المضي قدما بكلا المشروعين على التوازي، لأنهما سيبحثان في بعض الأهداف المتشابهة، مثل الثقوب السوداء، وإن كان برؤى مختلفة. وبالتالي فإن بعثة الجاذبية تتطلب تدفقًا نقديًّا، لكن دانتزمان يقول إن الصين قد أعربت عن رغبتها في الإسهام في كاشف موجات الجاذبية الفضائي. وكانت ناسا قد انسحبت من بعثة مشتركة مماثلة عام 2011، وقد تكون قادرة على إعادة النظر في الإسهام بعد إطلاق تليسكوب جيمس ويب الفضائي عام 2018، كما يقول دانتزمان.

تتضمن جداول البرنامج العلمي لوكالة الفضاء الأوروبية ثلاث بعثات على هذا المقياس كل 20 سنة (انظر: خصائص برنامج الأشعة السينية). في مايو من العام الماضي، تمت الموافقة على أولى البعثات الثلاث، وهي بعثة «مستكشف أقمار المشتري الجليدية» JUICE تحت إشراف برنامج الرؤية الكونية في وكالة الفضاء الأوروبية، التي تم إعدادها من أجل إطلاق (L1) المناسب عام 2022. في ذلك الوقت، لم تنجح الخطط السابقة للبعثتين «أثينا+»، و«إليزا» في أن يتم اختيارها.

إن موضوعي البعثتين (L2) و (L3) العلميين يعتمدان على توصيات من لجنة المسح العليا المستقلة في وكالة الفضاء الأوروبية، التي تترأسها كاثرين سيزارسكي، المدير العام السابق للمرصد الأوروبي الجنوبي. والاقتراحان الفائزان الحاليان اللذان تم اختيارهما كانا من بين 32 اقتراحًا قُدِّم في اجتماع سبتمبر الماضي. وثمة خيارات أخرى أُخذت بعين الاعتبار، مثل تليسكوب أشعة جاما، إذ تقوم البعثة باستكشاف الفضاء الخاص بالنجوم، إضافة إلى مجموعة من الاقتراحات لاستكشاف الأقمار والكواكب في المجموعة الشمسية.

ورغم خيبة الأمل لعدم وضع بعثات كوكبية بالمقدمة، فإن كولن ويلسون، عالم فيزياء الكواكب في جامعة أكسفورد، بريطانيا، يقول إن هذا الحقل سيظل مشغولًا طوال العقد القادم، وذلك من خلال بعثات وكالة الفضاء الأوروبية المقررة إلى عطارد، والمريخ، والمشتري. وأضاف قائلًا إن استكشاف العوالم الأبعد للمجموعة الشمسية ـ ما وراء زحل ـ سيمثل التحدي الحقيقي في العقود القادمة. ■

خصائص برنامج الأشعة السينية

تقترب وكالة الفضاء الأوروبية كثيرًا من إنهاء خط المتابعة لبعثاتها الكبرى (L-class).

البعثة	الاسم	تاريخ الإطلاق	أهداف الدراسة
L1	مستكشف أقمار المشتري الجليدية	2022	الحقل المغناطيسي لقمر المشترى جانيميد
L2	أثينا+	2028	الثقوب السوداء والحشود المجرية.
L3	إليزا	2034	تموجات الجاذبية من الثقوب السوداء المندمجة



ABIR SULTAN/EPA/ALAMY

تطعيم طفل بلقاح شلل الأطفال الفموي في إسرائيل، حيث تمّ اكتشاف انتشار الفيروس خفيةً منذ فبراير المنصرم، دون أن يُسبّب أي حالات شلل.

الأمراض السارية

خطر فيروس شلل الأطفال يحوم حول أوروبا

اكتشاف حالات الإصابة في سوريا يسلِّط الضوء على قابلية الإصابة بهذا المرض الفيروسي في الدول المجاورة.

ديكلان باتلر

يعتبر الكثير من الأوروبيين مرض شلل الأطفال عدوًّا قديمًا، إلّا أنَّه ـ وللمرة الأولى منذ سنوات ـ يحوم خطر زحف مرض الشلل، في عودة غير مرحَّب بها. فقد ظهر من جديد الفيروس في الطرف الجنوبي الشرقي للقارة الأوروبية ـ في إسرائيل، وسوريا ـ مثيرًا قلق مسؤولي الصحّة العامة من استيراد هذا المرض وتوطُّنه من جديد في القارة الأوروبية.

إنه لمن المفاجئ أن تكون أوروبا عرضة للإصابة بهذا الفيروس. فقد أعلنت منظمة الصحة العالمية في عام 2002 أنّ المنطقة الأوروبية ـ التي تضم 53 دولة، والممتدّة من البرتغال حتى روسيا ـ منطقة خالية من فيروس شلل الأطفال؛ الأمر الذي أدّى إلى تخلِّي العديد من هذه الدول عن الحذر. فبرامج الرّصد غالبًا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

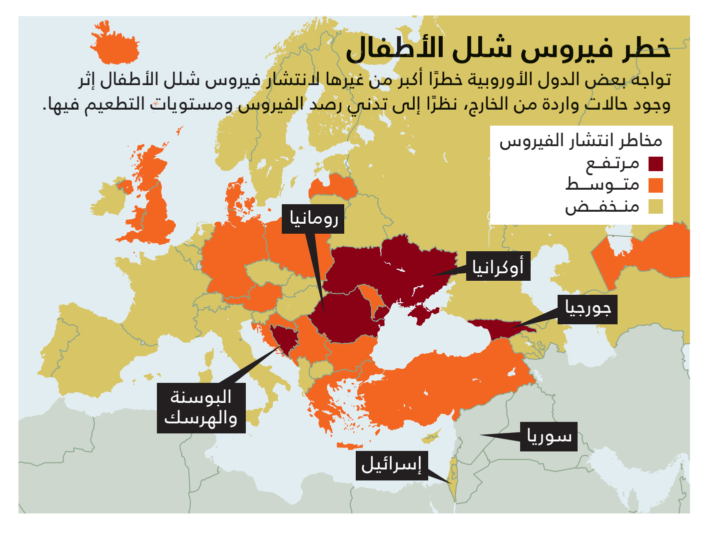
غير تامّة وذات نوعية رديئة، بالإضافة إلى أنّ نسب التّطعيم المتدنّية في عديد منها ـ بما فيها المملكة المتّحدة وألمانيا ـ تجعلها عرضة لانتشار الفيروس، الذي قد يتفشى في أعقاب ظهور بعض حالات الإصابة الواردة من الخارج[1,2] (انظر: «خطر فيروس شلل الأطفال»).

يقول مارك سبرينجر، مدير «المركز الأوروبي لمكافحة الأمراض والوقاية منها» ECDC في ستوكهولم: «إنّ هذا الوضع بمثابة «جرس إنذار»». ومع الأخذ بعين الاعتبار ضعف البرامج الدّفاعيّة في مواجهة فيروس شلل الأطفال في أوروبا، ومستويات التّنقلات والسفر المرتفعة بين إسرائيل وأوروبا، وملايين اللاجئين السوريّين، يعتقد المركز أنَّ هناك خطرًا حقيقيًّا لإمكانية تفشي الفيروس داخل الاتحاد الأوروبي. ويضيف سبرينجر: «إنّ الدّول الأعضاء في الاتحاد بدأت تتعامل «بجديّة بالغة» مع تهديد استقدام الفيروس».

ومنذ إطلاق الحملة العالمية لمبادرة استئصال فيروس شلل الأطفال عام 1988، خطت الجهود الرامية إلى دحر الفيروس خطوات واسعة. آنذاك، كان يُصاب 350,000 طفل بالشلل سنويًّا في 125 دولة. وقد نجحت هذه الجهود في خفض هذه الأعداد الهائلة بشكل بالغٍ في غضون الـ 25 عامًا الماضية بنسبة 99%؛ ليصل عدد الإصابات في العام المنصرم فقط إلى 223 حالة. أما حاليًا، فيتوطّن فيروس شلل الأطفال في ثلاث دول فقط، هي: أفغانستان، ونيجيريا، وباكستان. ولا زالت تقع حوادث استقدام لحالات قليلة متفرّقة منها، خاصَّةً في أفريقيا، إذ وقعت حالة تفشٍّ واحدة هذا العام في الصومال؛ نجم عنها 174 إصابة حتى الآن.

وقد ظهر آخر تهديد للفيروس في التاسع عشر من أكتوبر الماضي، عندما نشرت منظمة الصحة العالمية بلاغًا، أفصحت فيه عن اكتشاف تجمُّع لحالات الإصابة بالشلل الرّخو الحاد (أحد الأعراض الكلاسيكية لفيروس شلل الأطفال) في دير الزور، وهي منطقة نزاع شرقي سوريا. كانت السّلطات المحلية قد أكّدت أنَّ اثنتين من 22 إصابة هما إصابتان بالفيروس بالفعل، كما أفصحت منظمة الصحة العالمية في التاسع والعشرين من أكتوبر الماضي عن وجود ما مجمله 10 إصابات. وقد تصوَّر المسؤولون وقوع الأسوأ، إذ أفصح أوليفر روزنباور، المتحدّث باسم مبادرة استئصال فيروس شلل الأطفال في منظمة الصحة العالمية في سويسرا، لدورية «نيتشر» في الأسبوع الأخير من شهر أكتوبر الماضي، قائلًا: «الكل يتحرك باتجاه وضعيّة التأهّب للتصدى لانتشار الفيروس».

قد يعود السبب في انتشار هذه الحالات، غالبًا، إلى الهبوط الحادّ في نسب تطعيم الأطفال في سوريا، بسبب الحرب الدّائرة هناك. وبما أنّ مقابل كل 200 حالة إصابة هناك حالة واحدة تؤدي إلى الشلل، فإنَّ تجمُّع الحالات ـ الذي تم اكتشافه ـ يدل على أنّ «ما خفِيَ أعظم»، كما يقول سبرينجر. ويضيف أيضًا: «هناك خطر كبير يلوح بأنّ المرض قد يتوطّن في سوريا».



وتواجه إسرائيل وضعًا مختلفًا، لكنه مقلقٌ أيضًا، إذ بالرّغم من أنَّ نِسَب تطعيم الأطفال ضد فيروس شلل الأطفال فيها مرتفعة، إلّا أنّه تم العثور على الفيروس في مياه المجاري في عدد من المدن جنوبي إسرائيل منذ فبراير من العام الجاري. كما تمّ العثور على الفيروس كذلك في الضفة الغربية وقطاع غزة. ويقدِّر كل من المركز الأوروبي لمكافحة الأمراض والوقاية منها، ومنظمة الصحة العالمية، وجود خطر مرتفع لانتشار الفيروس دوليًّا عبر إسرائيل، مع الأخذ بعين الاعتبار الدورة المُطوّلة لانتشار أي فيروس عبر منطقة واسعة.

هذا.. وقد اكتشفت إسرائيل حتى الآن 42 شخصًا، تفرز أجسامهم فيروس شلل الأطفال في البراز، وذلك دون أن تظهر أي أعرض للشلل على أيٍّ منهم، وقد كانوا مُطعّمين بشكل كامل بلقاح الفيروس المعطّل (IPV)، الذي يتم إعطاؤه ضمن جدول التّطعيمات الروتينية في إسرائيل، ويوفّر الحماية ضد كافّة سلالات الفيروس. وهذه هي المرة الأولى التي يتم فيها انتشار الفيروس دون العثور على أي حالات إكلينيكيّة. وتستخدِم معظم دول الاتحاد الأوروبي لقاح الفيروس المعطَّل أيضًا، وإذا كانت عرضةً لانتشار الفيروس الوارد؛ فقد تواجه انتشارًا خفيًّا للفيروس في البيئة أيضًا، معرِّضةً بذلك السكان الذين لم يتلقوا التطعيم للخطر، وخاصّة الأطفال. يوفر لقاح الفيروس المعطل مستوى مرتفعًا من الحماية الفردية لمُتلقّي اللقاح، إلّا أنّه أيضًا يقلل من مناعة القناة الهضمية، وهو ما يعني احتمالية أن يفرزه حاملوا الفيروس المطعَّمون في البُراز. هناك أيضاً لقاح بديل وهو اللقاح الفموي المضاد للفيروس (OPV) وهو عبارة عن فيروس حيٍّ وموهّن، ويوفّر مناعة قوية للقناة الهضمية ويمنع طرح الفيروسات إلى البراز. وعادةً يُستخدم اللّقاح الفموي في حملات التطعيم الواسعة ومكافحة انتشار الفيروس نظراً لأنّه فعاّل، زهيد الثّمن وسهل لتنفيذ عملية التطعيم. لكن في حالات نادرة قد يؤدي إلى الإصابة بالشلل ، لذا تُفضّل الدّول الخالية من الفيروس استخدام لقاح الفيروس المعطل الذي لا يؤدي لأي إصابات بالشلل.

ولوقف الانتشار الخفيّ للفيروس؛ أقدمت إسرائيل على تطعيم أكثر من 890,000 طفل منذ أغسطس المنصرم باللقاح الحي المُوهن. كما باشرت سوريا بإعطاء اللقاح ذاته لـ2.4 مليون طفل. هذا.. وتخطط منظمة الصحة العالمية ومنظمة اليونيسف لتنفيذ حملة تطعيم في كافّة الدول المجاورة. يقول روزنباور: «ستكون لظهور فيروس شلل الأطفال آثار تتخطى سوريا».

وقد مكّنت نُظُم رصد مياه المجاري في إسرائيل من اكتشاف الفيروس قبل حدوث أي حالة إكلينيكية، لكن في أوروبا، قليلة هي الدّول التي تراقب مياه المجاري. وعادةً ما تكون برامج رصد الشّلل الرّخو الحادّ رديئة الجودة فيها[2,3]. لذا.. هناك خطر حقيقي في أن يتم تصدير الفيروس، دون اكتشاف الأمر، وبالتالي التّسبب في انتشاره، كما يقول سبرينجر.

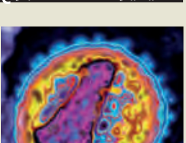
يتمتع الأوروبيون الذين تلقّوا التطعيم بالحماية من مخاطره، إلّا أنّه ـ وفي العديد من الدول، بما فيها أوكرانيا، ورومانيا، وحتى بعض الدّول الغنية ـ قد تكون نِسَب التطعيم ضد فيروس شلل الأطفال أقل من المثالية. فهناك ما يقارب 12 مليون طفل في دول الاتحاد الأوروبي غير مطعّمين ضد الفيروس.

يقول سبرينجر أيضًا: « نحن بحاجة إلى تحسين الرصد البيئي، وعدم الانتظار حتى ظهور حالات الشلل لدى الأطفال». ■

1. ECDC. *Suspected outbreak of poliomyelitis in Syria: Risk of importation and spread of poliovirus in the EU* (ECDC, 2013).
2. ECDC. *Wild-type poliovirus 1 in Israel — what is the risk to the EU/EEA?* (ECDC, 2013).
3. WHO. *Report of the 27th Meeting of the European Regional Certification Commission for Poliomyelitis Eradication* (WHO, 2013).

المزيد أونلاين

فيديو هذا الأسبوع



JAMES CAVALLINI/SPL

تقطّع الثديات الحمض النووي الريبي الفيروسي في محاولتها لمهاجمة العدوى go.nature.com/sftmsh

المزيد من الأخبار



● تسجيل انهيار موجة كمية بالتصوير البطيء go.nature.com/ryu8ny
● تنبؤ بوجود رذاذ ماسي بكواكب زحل والمشترى go.nature.com/r1pwmt
● ثقب الأوزون مسؤول عن احترار جنوب أفريقيا go.nature.com/ph2nyo

قصة الأسبوع

ARCHITECT OF THE CAPITOL

تحديثات حية عن تأثر مسيرة العلوم بإغلاق الحكومة الأمريكية go.nature.com/u5kntz

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



SHEHZAD NOORANI/STILL PICTURES/ROBERT HARDING

يضطر مزارعو أفريقيا جنوب الصحراء إلى التعامل مع نوعيات من التربة تفتقر إلى العناصر الغذائية اللازمة لإنتاج المحاصيل.

زراعة

المزارعـون يأملـون في جـودة التربـة

هناك تقنية تحليلية تَعِد بمطابقة الأسمدة لنوعية التربة؛ في محاولة لزيادة المحاصيل في أفريقيا.

كيرين شيرمير

تُقابَل الجهود المبذولة للبدء في استعمال الأسمدة الكيماوية في أفريقيا جنوب الصحراء بالكثير من القلق، لما قد يترتب على هذا من آثار جانبية مضرة بيئيًّا واقتصاديًّا. فمن شأن المنتجات أن تحسن من نوعية التربة ـ وهذا مفيد في أفريقيا، لافتقار التربة للعناصر الغذائية المهمة ـ والمساعدة على زيادة المحاصيل، لكن الأسمدة غالية الثمن بالنسبة للمزارعين الذين يزرعون المحاصيل المعيشية، ومن الممكن أن تتسرب إلى المصادر المائية، متسببةً في مضار صحية. ولطالما رغب علماء البيئة في مساعدة المزارعين الفقراء على اختيار واستعمال الأسمدة؛ حتى يتمكنوا من مطابقة الأسمدة مع التربة؛ وبالتالي استعمال كميات أقل منها.

في الأسبوع العالمي للتربة الذي أقيم في برلين في الأسبوع الأخير من أكتوبر الماضي، عرض الباحثون تقنيات تحليلية، من شأنها تمكين المزارعين من عمل هذا، منها تقنية التحليل السريع لخصوبة التربة، وهي تقنية قياس طيفية جديدة تُستعمل لتحليل عينات وإنتاج خرائط تربة محددة الموقع للمزارعين، يمكنها أن تساعد على تقليل كمية السماد اللازم؛ لإيصال الاكتفاء الذاتي من الغذاء للنصف في جنوب الصحراء الكبرى بأفريقيا، حسب قول المؤيدين. أما النقاد، فيجادلون بأن التقنية ليست عملية ومكلفة، وأن الأسمدة العضوية كالروث تُعدّ أرخص وأفضل للبيئة.

يعاني قرابة 223 مليون شخص في أفريقيا جنوب الصحراء من نقص التغذية ـ ويمثل هذا العدد حوالي ربع اجمالي السكان بالمنطقة ـ وذلك بحسب تقديرات المنظمة العالمية للأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (الفاو FAO). كان معظم الإقليم قد غفل عن الالتحاق «بالثورة الخضراء» التي حصلت في أواخر الأربعينات حتى الستينات، والتي رفعت من إنتاجية المحاصيل في أنحاء أخرى في العالم. لم يبدأ مزارعو بعض المناطق الأفريقية في استعمال الأسمدة، إلا مع حلول العقد الماضي. وفي المتوسط، يستخدم المزارعون 9 كيلوجرامات للهكتار الواحد سنويًّا، مقارنة بأكثر من 200 كيلوجرام مستعمَلة في المناطق كثيفة الزراعة، كألمانيا. ونتيجة لذلك.. فإن ناتج المحاصيل يكون أقل بنسبة 30 ـ 80%.

لقد نجح الاستعمال واسع الانتشار للأسمدة الكيماوية في زيادة الاكتفاء الغذائي في العديد من البلاد، مثل الصين والهند، لكن الآثار البيئية والصحية للأسمدة الكيماوية تثير القلق، حيث تواجه الصين ـ بشكل أخص ـ مشكلة تلوث كبيرة، نتيجة الاستعمال الزائد للسماد النيتروجيني، الذي يؤثر سلبيًّا علي جودة الهواء وتلوث المياه الجوفية، والقضاء على الحياة المائية.

ولتجنب مثل هذه المشكلات في المزارع الأفريقية، يعمل العلماء مع المزارعين المحليين على نمذجة المحاصيل وإدارة العناصر الغذائية. وتُجرى تجارب حقلية حاليًا لتقييم الكفاءة البيئية لكل من الأسمدة العضوية والكيماوية في مناطق مختلفة جغرافيًّا ومناخيًّا، منها: إثيوبيا، وكينيا، ومالاوي، وأوغندا، وتنزانيا.

والهدف، كما يقول رولف سومر ـ وهو عالِم زراعي في «المركز الدولي للزراعة الاستوائية» CIAT في نيروبي ـ هو تزويد أصحاب الحيازات الصغيرة بمعلومات سهلة الفهم، تساعدهم على تحديد أفضل خيار، اقتصاديًّا وبيئيًّا. وللمساعدة، فقد طوّر الباحثون بـ«المركز الدولي للزراعة الاستوائية» التقنية الطيفية، التي تستعمل ضوءًا متوسط الأشعة تحت الحمراء؛ للتحديد الدقيق لكل من خصائص العناصر المعدنية، والمحتوى الغذائي والكيمياء العضوية للأراضي في جنوب الصحراء الكبرى. ومع أن التقنية تُعَدّ في بداياتها، لكنها تَعِد بالتمكُّن قريبًا من تقييم ورسم خرائط للمحاصيل المحتملة في الأراضي في هذه المنطقة ـ وسيتم تزويد المزارعين بهذه المعلومات. يقول سومر: «إذا عرف المزارعون أي أسمدة يستعملون، والوقت المناسب لاستعمالها؛ سيحتاجون كميات أقل، وستعمل بشكل أفضل».

ويضيف بأنه سيكون باستطاعة المهندسين الزراعيين في هذه الحالة عمل توصيات مستنيرة حول المزيج المناسب، وأفضل طريقة للترشيد الاقتصادي لاستعمال السماد، وهي الممارسة التي من شأنها أن تجنب التكاليف البيئية والمالية الناتجة عن الاستعمال الزائد للأسمدة.

يقول رونالد فارجاس، موظف إدارة التربة والأرض في منظمة الفاو في روما: «يتوجب علينا زيادة الإنتاجية الغذائية بطريقة مستدامة. ويُعدّ فهم مدى صحة وحالة الأراضي الاستوائية متطلبًا في أي استعمال حكيم للأسمدة». ويضيف قائلاً إن التطورات في القياس الطيفي للتربة «تبشر بالخير»، والتحليل الطيفي موجود على أجندة ورشة العمل الخاصة في منظمة الفاو لمراقبة التربة في روما في ديسمبر الحالي.

هناك فريق غير مقتنع بتلك التقنيات الحديثة. فعلى الرغم من أهمية تحليل التربة، حسبما يقول جوهانس كوتشي، عالم التربة في جمعية الزراعة والبيئة في ماربورغ، ألمانيا، «إلا أن فكرة تأثير تكنولوجيا المختبرات المكلفة والدقيقة على الممارسات الزراعية في أفريقيا جنوب الصحراء أمر بعيد الاحتمال»، مضيفًا أنه يمكن تحديد العناصر الغذائية وحموضة التربة بسهولة عن طريق شرائط الاختبار المتوفرة والرخيصة.

يعتقد كوتشي أيضًا أن الأسمدة العضوية كالروث، والكومبوست، والمخلفات النباتية من شأنها أن تلعب دورًا أكبر في الجهود المبذولة لزيادة الإنتاجية. يقول كوتشي: «ليس السماد النيتروجيني بحل سريع لمشاكل التربة. فإن استعماله ينتِج الغازات المسبِّبة للاحتباس الحراري؛ ويتسبب في تدمير التربة، بدلًا من تحسينها». ويشير أيضًا إلى أن العديد من أصحاب الحيازات الصغيرة في أفريقيا جنوب الصحراء لا يستطيعون شراء الأسمدة الكيماوية بأي حال.

ويعترف معظم العلماء الزراعيون بأن إضافة السماد الكيماوي وحده ليس هو الحل لمشكلة لأفريقيا الإنتاجية، كما أن الحل العضوي وحده فقط بإرشاد منظمات بيئية ـ كمنظمة السلام الأخضر Greenpeace ـ لن يفي بالغرض، حسب قول سومر.

ويقول سومر: «إن ممارسات الزراعة المحافظة على البيئة تستغرق الكثير من الوقت. والسماد العضوي المنتج في المزرعة ليس بإمكانه تزويد التربة بالعناصر الغذائية. ويجب علينا إيجاد حلول مناسبة للمزارعين المحليين. لقد انقضى الوقت الذي طبّق فيه المزارعون الأفريقيون حرفيًّا ما أملاه عليهم علماء الغرب وظنوه في صالحهم». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



يــوم الحســاب

تعمل عدة حكومات على تقييم نوعية الأبحاث الجامعية، مما يثير فزع بعض الباحثين.

بريان أوينز

قبل عامين، وجد الأكاديميون في جامعة لانكستر في المملكة المتحدة أنفسهم في وضع غير مريح عندما كان يجري تصنيفهم. كان على كل منهم تقديم أفضل أربعة أبحاث نُشِرت له في السنوات القليلة الماضية، ومن ثمّ الانتظار لعدة أشهر، حيث كانت لجان صغيرة من الزملاء ـ يضمّ كلٌّ منها شخصًا واحدًا على الأقل من خارج الجامعة ـ بصدد الحكم على جودة العمل. وعُرِضت على الذين فشلوا في التقييم أشكال مختلفة من المساعدة، بما فيها الحصول على توجيه من أحد الزملاء الأكثر خبرة، أو بداية مبكرة للتفرغ المقبل، أو انقطاع مؤقت عن مهام التدريس.

لم تَسْعَ الجامعة لإجراء هذه العملية الضخمة لمجرد التأكد من أن الباحثين كانوا يبذلون ما يكفي من الجهد. فقد كان التقييم تدريبًا للإعداد لـ«إطار التميز البحثي» REF، وهو تقييم واسع النطاق لجودة البحوث في كل جامعة ومعهد عامّ للبحوث في المملكة المتحدة، ومن المقرر أن يجري في عام 2014.

لقد وُضِعَتْ فكرة التدريب «لتحديد المجالات التي يمكننا أن نساعد بها الناس على تطوير ملفاتهم الشخصية»، حسبما يقول تريفور ماكميلان، مساعد نائب مستشار جامعة لانكستر للبحوث. ومن دواعي السرور، كما يقول، أن النتائج أشارت إلى أن الجامعة ستسجّل أرقامًا أفضل من تلك التي حصلت عليها في التقييم الوطني الأخير، في عام 2008.

LESTYAN/SHUTTERSTOCK

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والتقييمات الصورية الأخرى كانت أقل سلاسة. ففي استطلاع شمل أكثر من 7,000 أكاديمي بريطاني، ونشره اتحاد الجامعات والكليات في لندن في 3 أكتوبر الماضي، ذكر ما يقرب من 12% أنهم أُخبِروا أن الفشل في تلبية معايير إطار التميز البحثي لجامعاتهم في مرحلة التدريب قد يؤدي إلى تغيير عقودهم، لتصبح مقتصرة على التدريس فقط، قبل إجراء التقييم الحقيقي لإطار التميز البحثي (انظر: go.nature.com/eqiirr). وقد ذكر ما يقرب من 10% أنهم واجهوا إمكانية الحرمان من الترقية. وقد تعرض عشرة أكاديميين في جامعة كارديف لضغوط من أجل تبديل عقودهم إلى عقود تركِّز على التدريس، بعد أن كانت النتائج التي حصلوا عليها أثناء تدريب عملي سيئة، لكي لا يكونوا السبب في فشل أقسامهم، استنادًا إلى بيتر جيست، المتخصِّص في علم الآثار في كارديف، ومنسّق اتصال الجامعة في اتحاد الجامعات والكليات لشؤون إطار التميز البحثي. هذا النوع من اللعب غير محبّذ، ولكنه ليس ممنوعًا صراحةً ـ من جانب إطار التميّز البحثي ـ ولكن اتخاذ القرارات المهنيّة بناء على التقييم فقط يتعارض وسياسات الجامعة، كتعارضه مع سياسات عديد من المؤسسات الأخرى، استنادًا إلى قول جيست.

تم التوصّل إلى حلّ لجميع حالات كارديف خلال يوم أو يومين، مع مديرين «ذُكِّروا بقوة» بقواعد اتحاد الجامعات والكليات، حسب قول جيست، لكن التجربة تبيِّن مدى الإغراء الذي تقع فيه المؤسسات لاتخاذ القرارات المهنيّة على أساس المعدلات المتوقعة لإطار التميّز البحثي، التي تتصف بعدم الموضوعية الشديدة. وهذا التقييم ليس نزيهًا، وغير موثوق فيه، كما يقول جيست. وردًّا على أسئلة تتعلق بهذا الأمر، قال المتحدث باسم الجامعة في رسالة بالبريد الإلكتروني: «لقد تم تشغيل برنامج طويل الأجل لأكثر من أربع سنوات؛ لضمان أن أعضاء هيئة التدريس لدينا يعملون بعقود تعكس ما يفعلونه في الواقع».

وقد استاء منها عديد من الأكاديميين الذين سجّلوا درجات جيدة في عمليات التقييم الصورية. وينظر الباحثون في جميع أرجاء المملكة المتحدة إلى هذه التقييمات الوطنية باعتبارها نتيجة فرضتها البيروقراطية التي يمكنها أن تخنق الإبداع.

تحت الضغط

اعتبر معظم الأكاديميين في لانكستر عملية التقييم الصوري أكثر من مجرد كونها من النتائج «المزعجة بعض الشيء» للبيروقراطية، وأن الأمر الحقيقي مختلف. يقول أحد أعضاء قسم الرياضيات والإحصاء: «يعمل الأستاذ الباحث الأعلى في قسمنا على إعداد ما سنقدّمه للتقييم في إطار التميز البحثي، وهذا يستهلك حوالي ثلث وقته. وهذا يبدو مضيعة للموهبة». ويركِّز عديد من الباحثين على الفوز بالمنح، ومحاولة التنبؤ بنوع العمل الذي سوف يحصل على المكافأة في التقييم القادم، بدلًا من تقديم أفضل علومهم. تقول دوروثي بيشوب، المتخصصة في علم النفس التجريبي في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة: «أعتقد أن الكثير من العلم لا يُقدَّم بشكل جيد للغاية في هذه الأيام، لأن الناس يحاولون القيام بأشياء كثيرة جدًّا»، لكن مديري الجامعات والحكومة أصبحوا يعتمدون على هذه التقييمات؛ لمساعدتهم على اتخاذ قرار بشأن كيفية صرف التمويل. وقد لاقت هذه الفكرة استحسانًا كبيرًا بين القيادات التربوية في البلدان الأخرى التي تتبع نموذج المملكة المتحدة، وبدأت محاولات مماثلة بالظهور في أستراليا، وإيطاليا، وألمانيا، وأماكن أخرى.

في أواخر الثمانينات من القرن العشرين، أصبحت المملكة المتحدة أول دولة تُجْرِي تقييمًا منهجيًّا لنوعية بحوثها الجامعية. ويعتبر إطار التميز البحثي أحدث تجسيد لهذه الاختبارات. وهذه التقييمات التي كانت تُعرف سابقًا باسم اختبارات «تقييم الأبحاث» RAE، كانت موثوقة للغاية، ويُنسب إليها الفضل في المساعدة على تحسين نظام البحوث في البلاد. وبين عامي 2006 و2010، ارتفع معدّل الاستشهاد بالمقالات البريطانية بنسبة 7.2%، بأسرع من ازدياد المتوسط العالمي البالغ 6.3%، وارتفعت حصة البلاد من الاستشهادات بنسبة 0.9% سنويًّا، وفقًا لتحليل أجرته عام 2011 شركة «إلسيفير» للنشر لصالح الحكومة.

يتم استخدام التقييم من قِبَل حكومة المملكة المتحدة لتوزيع أكثر من 1.6 مليار جنيه استرليني (2.6 مليار دولار) سنويًّا على شكل منح مخصّصة للجامعات. ويذهب أكثر من 70% من مجموعها إلى حوالي 20 جامعة حائزة على أعلى الدرجات، ففي العام الماضي، حازت جامعة أكسفورد على أكثر من 130 مليون جنيه استرليني من التمويل المرتبط بالنوعية، في حين اكتفت المعاهد والمؤسسات الأقل إجراءً للبحوث المكثفة ببضع عشرات الآلاف من الجنيهات الاسترلينية فقط. ويتم تجميع نتائج التقييم بحرص في جداول جامعية، تُظْهِر أيّ الجامعات كانت الأفضل أداءً، وفي أي التخصصات (انظر: «أفضل 5»).

يقول ماكميلان: «يمكن للجوانب المتعلقة بالسمعة أن تكون بأهمية الجوانب المالية ذاتها». وقد أفادت معاهد أصغر، تتميز بقوتها في موضوعات معينة ـ كما هو حال لانكستر في الفيزياء ـ أنها تواجه صعوبات أقل في اجتذاب الطلاب إلى هذه المناطق، كنتيجة للتقييمات. ولا يقتصر الأمر على الطلاب فقط. يقول ماكميلان: «إحدى النتائج هي أن الناس يريدون حقًّا أن يأتوا إلى القسم الذي حاز معدّلًا جيّدًا في اختبارات تقييم الأبحاث. لقد وجدنا أنه من الأسهل تعيين موظفين ذوي كفاءة عالية في الفيزياء».

تُقدِّم الجامعات ـ من أجل إطار التقييم البحثي ـ مجموعة مختارة من أعمال معظم الباحثين النشطاء لديها إلى واحدة من عشرات القوائم التي تضم موضوعات محددة، تُعرف باسم وحدات التقييم التي تتوافق تقريبًا ـ ولكن ليس تمامًا ـ مع أقسام الجامعة. تعمل هذه القوائم على تقييم نوعية الأبحاث باستخدام التحكيم العلمي، ومقاييس أخرى، كمؤشرات الاقتباس. كما ستنظر ـ للمرة الأولى ـ في الآثار الاقتصادية والاجتماعية للبحوث التي تقدمها الجامعة. ويوافق منتقدو هذه التقييمات على وجود بعض الآثار الإيجابية على نظام البحوث في البلاد، فنظرًا إلى أن هذه الاختبارات تحكم على الأكاديميين من حيث نوعية أبحاثهم، فقد حاولت أقسام عديدة تقليص مطالبه الأخرى، كالأعمال الإدارية، كما يقول جيست. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن النتائج توضح أي الأقسام والأكاديميين لا يبذل جهدًا كافيًا، وتسمح للجامعات باتخاذ قرارات استراتيجية تتعلق بكيفية استثمار الموارد.

واجهت كلية رويال هولواي، بجامعة لندن، هذا الوضع نفسه بعد الانتهاء من تقييم البحوث الأولى في عام 1986، التي وضعت قسم علم النفس في الجامعة في ذيل قائمة التصنيف على مستوى البلاد، حسبما تقول كاثي راسل، المتخصصة في علم النفس المعرفي، ومديرة القسم لشؤون البحوث. ومع الإدراك بأنه لن يكون قادرًا على دعم تصنيفه عن طريق التعاقد مع باحثين مميزين في المجال، فقد سعى القسم إلى جذب وتطوير المواهب الشابة. تقول راسل: «إننا نحاول التركيز على أفراد نشعر بأنهم يتمتعون بإمكانيات كبيرة».

وحاليًا يجد علماء النفس المهنيون من الشباب في رويال هولواي مجموعة عروض ابتدائية «أساسية، ولكنها مصمَّمة لهم»، كما تقول راسل، مع التزامات تدريسية قليلة جدًّا خلال السنتين الأوليين. كما أنهم يحصلون على مساعدة من الزملاء الأكثر خبرة في إعداد مقترحات التمويل.

وفي اختبارات تقييم الأبحاث التي جرت عام 2008، بعد عقدين من رعاية صغار الموظفين، احتل القسم مركزًا بين العشرة الأوائل في البلاد، وكان لديه طموح للوصول إلى مراكز أعلى. تقول راسل: «إنني أتطلع إلى إطار التميز البحثي، كفرصة لإظهار ما حققناه، وللانتقال إلى مراكز أكثر تقدمًا».

أفضل 5

استخدم المحللون المعلومات المستقاة من اختبار تقييم الأبحاث الذي جرى في المملكة المتحدة في عام 2008 لتصنيف الأقسام الأكاديمية تبعًا للجودة.

الكيمياء

1. جامعة كمبريدج
2. جامعة نوتنجهام
3. جامعة أكسفورد
4. سانت أندرو/ إدنبرة
5. جامعة بريستول

الرياضيات

1. إمبريال كوليدج في لندن
2. جامعة واروِيك
3. جامعة أكسفورد
4. جامعة كمبريدج
5. جامعة بريستول

الفيزياء

1. جامعة لانكستر
2. جامعة كمبريدج
3. جامعة نوتنجهام
4. جامعة سانت أندرو
5. جامعة باث

علم النفس

1. جامعة كمبريدج
2. جامعة أكسفورد
3. جامعة برمنجهام
4. جامعة كلية لندن
5. بيركبك

SOURCE: RESEARCH FORTNIGHT

فكرة تنتشر

مع تبنّي دول أخرى إجراء تقييمات البحوث الوطنية الخاصة بها، فهي تأمل في تحقيق الفوائد نفسها. وفي هذا العام، نشرت إيطاليا نتائج تقييم بدأ في عام 2011 (انظر: *Nature* http://doi.org/nrx; 2013)؛ استهدف زيادة جدارة الجامعات في البلاد، حيث يتلقَّى الأكاديميون من الدرجة نفسها ومن تاريخ الأقدمية ذاته الراتب نفسه في الوقت الحالي، بغضّ النظر عن الإنتاجية. يقول جيوفاني أبرامو، الذي يدْرُس القياسات الببليوغرافية وتقييم البحوث في المجلس الوطني الإيطالي للبحوث في روما: «لا توجد حوافز لتحسين أداء البحوث الخاصة بك». ويضيف: «الآن ستذهب بعض الأموال التي تمنحها الحكومة إلى الجامعات على أساس هذا التقييم».

في إيطاليا تجري جهود تقييم ثلاث دراسات منشورة فقط لكل باحث لديه التزامات تدريسية، بينما تقيّم أستراليا جميع الإنتاج البحثي كجزء من مبادرتها لـ«التميز في البحث العلمي من أجل أستراليا» ERA، التي جرت آخر مرة في عام 2012. وتعتمد نسبة صغيرة فقط من وعاء التمويل على النتائج: ففي هذا العام، وبناء على التصنيفات، تم تحديد صرف مبلغ 68 مليون دولار أسترالي فقط (64 مليون دولار أمريكي). كذلك يُعتمد على النتائج بشكل أساسي؛ لإعطاء المعاهد فكرة عن موقعها من حيث الجودة على المستويين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قف لتُحاسَب

انتشر تقييم الأكاديميين في جميع أنحاء العالم، لكن كل بلد يجريه بطريقة مختلفة.



المملكة المتحدة

الاسم: إطار التميّز البحثي
التقييم التالي: 2014
عيّنة من الباحثين يقدّمون أربعة أمثلة عن أعمالهم المنشورة منذ عام 2008؛ وفي كثير من الأحيان يقرّر رؤساء الأقسام مَن الذي سيكون ضمن هذه العيّنة. ويقدّم كل قسم وصفًا للآثار الاقتصادية والاجتماعية المترتّبة على الأعمال المقدّمة. يتم تقييم البحوث المقدّمة من قبل خبراء القوائم الذين يعيّنون ملف الجودة لكل جامعة. وتشكّل الجودة نسبة 65% من النتيجة، والتأثير 20% منها والبيئة البحثية 15%. وتنشر النتائج وتستخدم كدليل لتوزيع التمويل الحكومي للبحوث «ذات الصلة بالجودة»، التي بلغت قيمتها في عام 2013 أكثر من 1,6 مليار جنيه استرليني (2.6 مليار دولار أمريكي).



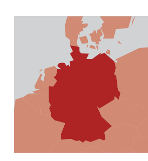
إيطاليا

الاسم: الوكالة الوطنية لتقييم النظام الجامعي والبحوث (ANVUR)
التقييم التالي: غير معروف
قدّم باحثون مجهولون ثلاثة أعمال مختارة لهم – أو ستّة أعمال إذا لم يكونوا ملتزمين بالتدريس – كانت قد نشرت في الفترة بين عامي 2004 و2010. وتمّ تقييم نتائج البحوث من قبل 14 لائحة موضوعية. وقد استخدمت اللوائح العلمية القياسات الببليوغرافية على نطاق واسع. وقد تم تصنيف الجامعات الكبيرة والمتوسطة والصغيرة بشكل منفصل، وكذلك كان تصنيف وكالات البحث والاتحادات بين الجامعية. وقد نُشرت النتائج واستخدمت لتوزيع حوالي 540 مليون يورو (729 مليون دولار أمريكي) كجزء من الموازنة الجامعية لعام 2013.



ألمانيا

الاسم: تصنيف البحوث
التقييم التالي: غير معروف
أجريت أربع تجارب لتصنيف البحوث حتى الآن، في الكيمياء، وعلم الاجتماع، والهندسة الكهربائية، والدراسات الإنجليزية والأمريكية. قامت مجموعات من 15-20 فردًا بتقييم جودة مجموعة مختارة من المنشورات من كل معهد بحوث. كما سعت هذه اللوائح أيضًا لتشجيع الباحثين الشبان ونقل التكنولوجيا. وتدرس الحكومة اتخاذ قرار هذا الشهر بشأن تكرار التقييم وتوسيعه ليشمل جميع التخصصات. وقد نشرت التقييمات، لكنها لن تستخدم لتوزيع التمويل.



أستراليا

الاسم: التميّز في البحث من أجل أستراليا
التقييم التالي: 2015
تتابع الجامعات كل ما يصدر من نتائج البحوث التي يجريها أكاديميُّوها؛ وقد تمّ تقديم أكثر من 400,000 قطعة بحثية في عام 2012. تتم مراجعة الإنتاج من قبل لوائح الخبراء، وذلك باستخدام مقاييس مثل عدد مرات الاقتباس وبراءات الاختراع المودعة، بالإضافة إلى تمويل الأبحاث وعلامات التميّز بما فيها عضوية الباحثين في الأكاديميات المعروفة. وتُنشر النتائج علنًا لتسمح بإجراء مقارنات بين المعاهد، ولكن يتم توزيع مبلغ 68 مليون دولار أسترالي فقط (64 مليون دولار أمريكي) وفقًا للنتائج.

الوطني والدولي، وفقًا لقول ايدين بيرن، الرئيس التنفيذي لمجلس البحوث.

لقد أضافت الاختبارات فوائد.. فقد ساعدت ـ على سبيل المثال ـ في التأكد من أن المجلس يوزّع حافظته المخصّصة للمنح التنافسية البالغة قيمتها 800 مليون دولار أسترالي بطريقة معقولة. ومع جولة تقييمية تبلغ تكلفتها 4 ملايين دولار أسترالي، يقول بيرن «إنها طريقة فعالة جدًّا لمراقبة الجودة». ورغم عدم وجود ارتباط رسمي بين «التميّز في البحث العلمي من أجل أستراليا» وعملية المنح، فالأكاديميون الذين يطّلعون كأقران على طلبات المنح، على دراية بنتائج برنامج التميّز في البحث العلمي من أجل أستراليا، وهذا يؤثر على قراراتهم، كما يقول.

آلام متزايدة

من المبكّر جدًّا معرفة كيف يمكن لجهود التقييم الأحدث في إيطاليا وأستراليا وبلدان أخرى أن تؤثّر على البيئة البحثية هناك (انظر: «قف لتُحَاسَب»)، لكن الباحثين يقولون إنهم رأوا ما يكفي من برنامج المملكة المتحدة طويل الأمد لمعرفة بعض السلبيات.

من المخاوف الرئيسة التي جاءت في استطلاع اتحاد الجامعات والكلّيات: ذلك الشرط الذي تضعه جامعات عديدة، ويقضي بأنْ يكون الباحثون قد أصدروا أربعة منشورات عالية الجودة بين عامي 2008 و2013، استنادًا إلى قول ستيفانو فيلّا، مسؤول العلاقات الصناعية الوطنية في الاتحاد.

ومن بين الأكاديميين الذين شملهم الاستطلاع، شعر 67% أنهم لا يستطيعون تقديم الإنتاج المطلوب، دون عمل لساعات طويلة. وقال 34% منهم إن التوتر يؤثّر على صحتهم. وذكر العديد تغيير الطريقة التي ينتهجون بها عملهم، حسب قول فيلّا، فعلى سبيل المثال.. قد يندفع البعض للنشر في فترة التقييم، حتى لو كان يجب الاستفادة من العمل بمزيد من الوقت. يقول فيلّا: «إنهم لا يفكرون في أفضل وسيلة لتقديم عملهم، بل فيما قد يكون أفضل من أجل إطار التميز البحثي».

«يجب أن تتدارس علمًا جيدًا وتطبِّقه، لا أنْ تفكّر بهذه الطريقة الاستراتيجية المريعة»

درس فريدريك لي، الخبير الاقتصادي في جامعة ميسوري في كانساس سيتي، كيف أثّر نظام تقييم البحوث في المملكة المتحدة على انضباطه. وقد شهد جولتين من عمليات التقييم مباشرة عندما كان يعمل في جامعة دي مونتفورت في ليستر في التسعينات من القرن العشرين. وهو يقول إن خبراء الاقتصاد الذين يَدْرسون نظريات بديلة، مثل الماركسية، قد أُخرجوا، لأن التقييم دأب على محاباة أعمال الخط العام في مؤسسات النخبة، التي نُشِرتْ في مجموعة فرعية صغيرة من الدوريّات. ويضيف: « كان هناك ضغط جماعي للالتزام بـ«الحشد» البحثي؛ مما أدى إلى تجانس الموضوعات البحثية».

يقول فريدريك لي إنه لم يسبق له أن تعرّض لضغوط للتخلي عن أبحاثه عن تاريخ النظريات الاقتصادية الإبداعية في المملكة المتحدة، لكنه كان يُشجَّع على إرسال عمله إلى دوريات سائدة معينة، حيث كانت فرصة قبولها ضئيلة. وقد أخبره أكاديميون آخرون أنهم تعرضوا لضغوط للانتقال إلى موضوعات بحثية أكثر تقليدية، كما أُخرِج بعضهم من إدارات معاهد كبرى. وقد تحدثت دورية «نيتشر» إلى أحد الاقتصاديين من جامعة مانشستر، يَدْرس النظريات البديلة، وقد ترك القسم بشكل جزئي، لأن التركيز على النظريات الملائمة لاختبارات تقييم الأبحاث يعني أن احتمالات التقدّم بدت معدومة أساسًا.

الأكاديميون قلقون بشكل خاص إزاء الانتقال إلى تقييم تأثير البحوث في إطار التميز البحثي. إنهم يخشون أن يكون هذا مؤشرًا على المدى القصير إلى تفضيل الأعمال التطبيقية على البحوث الأساسية التي ليست لها منفعة عامة فورية واضحة. يقول بيشوب: «بقدر ما يعنيني الأمر، يجب أن تدارس علمًا جيدًا وتطبِّقه، لا أنْ تفكّر بهذه الطريقة الاستراتيجية المريعة.. فبعض العلم الجيد يستغرق وقتًا طويلًا لإثبات منفعته».

إنّ الوقت والجهد والأموال التي تنفق على التقارير هي أيضًا مصدر قلق كبير: فالاستعدادات لاختبارات تقييم الأبحاث عام 2008 كلّفت الجامعات 47 مليون جنيه استرليني، وفقًا لمراجعة تمت في عام 2009 لهذه الاختبارات. وحتى الجامعات الأصغر، مثل لانكستر، كانت قد طلبت من عديد من الأكاديميين قضاء أشهر في مراجعة طلبات الحصول على التقييم الصوري لإطار التميز البحثي. ومن الممكن أن يكون عبء الوقت أسوأ من ذلك بالنسبة إلى الإداريين، الذين قد يضطرون إلى توظيف موظفين إضافيين للعمل على إطار التميز البحثي، حسب قول بيشوب. فجامعة كلية لندن، مثلًا، وظّفت أربعة من استشاريي التحرير؛ للعمل على الأثر الذي ينجم عن التقييم.

يقول ماكميلان إنه من الطبيعي أن تنفق أكثر قليلًا من الوقت والمال عند الإعداد لمعالجة معيار جديد. «إنه بُعْدٌ جديد، لسنا معتادين عليه». ويضيف قائلًا إن المسؤولين الإداريين في لانكستر يتعاقدون مع محررين محترفين خارجيين؛ للمساعدة فقط في الجزء الأخير من العملية: تحسين دراسات الحالة والتقارير المؤثّرة التي يكتبها الأكاديميون ومكتب الجامعة لدعم البحوث. ومع ذلك.. يقضي ماكميلان نفسه حاليًا بين يومين إلى ثلاثة أيام أسبوعيًّا في تغيير وتبديل تقارير لانكستر، وهو يقول «أعتقد أن إطار التميّز البحثي ربما يستغرق وقتًا أكثر من وقت الاختبارات السابقة». ويضيف: «لقد شهد التحول إلى جدول أعمال معامل التأثير زيادة كبيرة في حجم العمل».

وقد شهدت عدة جامعات فوائد كل تلك الأعمال. فالتحسينات الهائلة التي قدمها قسم علم النفس في رويال هولواي تثبت مدى مساعدة التقييمات الدورية، كما تقول راسل. إن وجود إطار التميّز البحثي مخيّمًا فوق رؤوسنا يجعلنا نتأكد أننا نأخذ كل ما في وسعنا من خطوات للحصول على أفضل النتائج من المحيطين بنا». ■

بريان أوينز كاتب مستقل من نيو برنسويك، كندا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



يستطيع العلماء ـ عن طريق مسح مراكز النشاط الدماغي ـ فكّ ترميز أفكار الناس وأحلامهم، بل وحتى مقاصدهم.

كيري سميث

ILLUSTRATION BY PETER QUINNELL; PHOTO: KEVORK DJANSEZIAN/GETTY

قــراءة العقــول

يجلس جاك جالانت على حافة كرسي دوّار في مختبره في جامعة كاليفورنيا ببيركلي، محدقًا في شاشة حاسوب، ومحاولًا فك شفرة أفكار أحد الأشخاص.

يظهر على الجانب الأيسر من شاشة الحاسوب عرض متصل لمشاهد من فيلم يعرضه جالانت لأحد المشاركين في دراسة لمسح دماغي. وعلى الجانب الأيمن من الشاشة تظهر فقط تفاصيل هذا المسح؛ لمحاولة التكهن بما كان يشاهده المشارِك في الدراسة في ذلك الوقت.

يظهر وجه آن هاثاوي، الممثلة الأمريكية، في مقطع من فيلم «حروب العروس» *Bride Wars* وهي منهمكة في محادثة حادة مع الممثلة كيت هَدسون. يصف برنامج الحاسوب، بثقةٍ، هذا المشهد بالكلمتين «امرأة»، و«محادثة». يظهر مقطع آخر يتناول مشهدًا تحت الماء من فيلم وثائقي عن الحياة البرية. تردد برنامج الحاسوب في البداية قبل أن يقترح كلمتي «حوت»، و«سباحة» بخط صغير ومؤقت.

يقول جالانت، مشيرًا إلى إحدى النتائج: «هذا خروف البحر، لكن البرنامج لم يستطع التعرف عليه»، ويتحدث عن برنامج الحاسوب باستياء، كأنه طالب متمرد. لقد قاموا بتدريب برنامج الحاسوب ـ كما يشرح جالانت ـ عن طريق تعريفه على أنماط نشاط دماغي متمثل في عددٍ من الصور ومقاطع الأفلام. عُرض على البرنامج ثدييات مائية كبيرة، ولكن لم تكن خروف البحر.

تقوم مجموعات مختلفة في العالم باستخدام تقنيات مشابهة؛ لمحاولة فك رموز المسح الدماغي؛ وفك شفرة ما يراه الناس أو يسمعونه، أو يشعرون به، أو يتذكرونه، أو يحلمون به.

وتقترح تقارير وسائل الإعلام أنه بإمكان هذه التقنيات أن تنقل قراءة الدماغ «من عوالم الخيال إلى أرض الواقع»، و«بالتالي قد تؤثر على الطريقة التي نقوم بها بكل شيء تقريبًا»، حتى إن مجلة «الإيكونوميست» في لندن حذّرت قرّاءها ليكونوا «متوجسين»، وتفكرت في الوقت المتبقي كي ينجح العلماء في التخاطر عن طريق المسح الدماغي.

وبالرغم من بدء بعض الشركات بمتابعة فك ترميز الدماغ في بعض التطبيقات المحدودة، كأبحاث السوق وكشف الكذب، إلا أن العلماء مهتمون بشكل أكبر باستخدام هذه التقنيات لتعلم المزيد حول الدماغ بحد ذاته. تحاول مجموعة جالانت وغيرها معرفة ما يكمن وراء أنماط الدماغ المختلفة، وتريد أن تستنبط الرموز واللوغاريتمات

التي يستخدمها المخ للتعرف على العالم المحيط به. وتأمل هذه المجموعات ـ من خلال هذه التقنيات ـ أن تعرف المبادئ الأساسية التي تتحكم بتنظيم الدماغ وكيف يرمّز للذاكرة والسلوك والانفعال (انظر: «فك ترميز النماذج»).

إنّ استخدام هذه التقنيات في مجال أبعد من ترميز الصور والأفلام سينطوي على قدر كبير من التعقيد. يقول جالانت: «لا أدرس الرؤية لأنها الجزء الأكثر متعة في دراسة الدماغ. إنني أقوم بذلك، لأنه الجزء الأكثر سهولة. إنه الجزء من الدماغ الذي آمل أن أفك رموزه قبل أن أموت». ومن الناحية النظرية يقول جالانت: «تستطيع بهذه التقنيات أن تفعل أي شيء تريده تقريبًا».

ما هو أبعد من مراكز النشاط الدماغي

بدأ فك ترميز الدماغ قبل حوالي عقد من الزمن[1]، وذلك عندما أدرك علماء الأعصاب أن هناك عددًا كبيرًا من المعلومات غير المُستغلة في مسح الدماغ المُجْرَى باستخدام «التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي» fMRI. تقيس هذه التقنية نشاط الدماغ عن طريق تحديد المناطق المُغذّاة بالدم المزود بالأكسجين، التي تظهر على شكل نقاط ملونة بالمسح الدماغي. ولتحديد أنماط النشاط، يُقسّم الدماغ إلى صناديق صغيرة، تسمى فوكسل voxel ـ وهو المعادل ثلاثي الأبعاد للبيكسل pixel ـ ومن ثم يُحدد الباحثون أي من الفوكسل يستجيب بشكل قوي لمنبهٍ معين، كرؤية وجه مثلًا. وعن طريق حذف المعطيات الناجمة عن الفوكسل الذي يستجيب بشكل ضعيف، يستنتج الباحثون مناطق الدماغ النشطة التي تتعامل مع الوجوه.

تستقصي تقنيات فك الترميز عن معظم المعلومات الناجمة عن المسح الدماغي. وعوضًا عن معرفة مناطق الدماغ التي تستجيب بشكل قوي للوجوه، يستخدم الباحثون كلًّا من مناطق الاستجابة الضعيفة والقوية لتحديد أنماط النشاط الدماغي بشكلٍ أوسع. وأثبتت الدراسات المبدئية التي تمت في هذا المجال ـ على سبيل المثال ـ أنّ الأشياء لا يُرمَّز لها فقط بمنطقة دماغية صغيرة شديدة النشاط، وإنما بمجموعة مناطق أكثر انتشارًا في الدماغ.

يتم تجميع هذه التسجيلات في «مصنِّف الأنماط»، وهو برنامج حاسوبي يتعّرف على الأنماط التي ترتبط مع كل صورة أو مفهوم. وعندما يحوي البرنامج عددًا كافيًا من النماذج، يبدأ باستنتاج ما يراه الأشخاص، أو ما يفكرون فيه. ويتعدى هذا المفهوم مجرد رسم خريطة لمراكز النشاط في الدماغ، إذ تؤدي الدراسة المتأنية لهذه الأنماط إلى نقل الباحثين من مجرد السؤال عن «أين يقع شيءٌ معيّن في الدماغ» إلى اختبار فرضيات عن طبيعة النفس، كطرح أسئلة عن قوة وتوزيع الذاكرة على سبيل المثال، التي اُختلف حولها لسنوات. يقول راسل بولدراك ـ اختصاصي الرنين المغناطيسي الوظيفي من جامعة تكساس في أوستن ـ إن فك ترميز الدماغ يسمح للباحثين باختبار النظريات الحالية لعلم النفس، التي تتكهن بطريقة قيام الدماغ بمهامه. يقول راسل إن «هناك الكثير من الطرق التي تذهب إلى أبعد من علم مراكز النشاط المخي، أو الـblobology».

استطاع الباحثون في الدراسات السابقة[1,2] الحصول على معلومات كافية من هذه الأنماط؛ لمعرفة طبيعة الأشياء التي ينظر إليها شخص ما، كمقص، أو قارورة، أو حذاء مثلًا. يقول جيم هاكسبي من كلية دارتموث في نيو هامشاير، الذي أجرى أول دراسة لتفسير الترميز عام 2001: «فوجئنا كثيرًا بنجاح هذه الطريقة بهذه الدرجة».

بعد فترة وجيزة، استخدم فريقان آخران، مستقلان عن بعضهما، هذه الطريقة لتأكيد المبادئ الأساسية لتنظيم الدماغ البشري. كان معروفًا من دراسات سابقة استخدمت أقطاب كهربائية مزروعة في دماغ القردة والقطط، أن هناك مناطق رؤية عديدة تستجيب بشكل قوي لتغيير اتجاه الحواف، وتجمعها لبناء صور عن العالم الخارجي. وفي الدماغ البشري، تعتبر هذه المناطق «المحبة للحواف» صغيرة لدرجة أنه لا يمكن رؤيتها بالرنين المغناطيسي الوظيفي. وبتطبيق طرق فك الترميز على معطيات الرنين المغناطيسي الوظيفي، أظهر كلٌّ من جون ديلان هينز وجيرينت ريس، في الوقت نفسه بجامعة كوليدج لندن، ويوكيازو كاميتاني، من مختبر العلوم العصبية الحسابية في كيوتو باليابان، وفرانك تونج، الذي يعمل حاليًا بجامعة فاندربيلت في ناشفيل بتينيسي، في عام 2005، أن صور الحواف قد أثارت أنماط نشاط دقيقة جدًّا عند الإنسان[3,4]، إذ أشار الباحثون إلى خطوط في اتجاهات مختلفة لمجموعة من المتطوعين، وتنوعات الفوكسل المختلفة كانت توضّح للفريق البحثي إلى أي اتجاه ينظر متطوعٌ معين.

أصبحت الحواف صورًا معقدة في عام 2008، عندما طوّر فريق جالانت مفسِّرًا ترميزيًّا يتعرف على أي صورة من بين 120 صورة ينظر إليها شخص ما. وهذا تحدٍّ أكبر بكثير من معرفة إلى أي فئة عامة تنتمي صورة معينة، أو فك ترميز الحواف. بعد ذلك.. تقدم الفريق خطوةً إلى الأمام بتطوير مفسر ترميزي يُنتج أفلامًا لِمَا رآه المشارك بالاعتماد على نشاط الدماغ[5].

NATURE.COM
لمشاهدة فيديو عن هذه الحقائق، اذهب إلى:
go.nature.com/ocye5q

ومن عام 2006، طور الباحثون مفسرات ترميزية لاستخدامها في مهمات مختلفة: تصوير الخيالات البصرية، حيث يتخيل المشارك مشهدًا معينًا، ودراسة الذاكرة العاملة، حيث يحتفظ المشارك بشكل أو حقيقة معينة في ذهنه، ودراسة نِيَّة معينة يتم اختبارها عبر قرار جمع أو طرح رقمين مختلفين. وهذه العملية الأخيرة تكون معضلة أصعب من فك ترميز النظام البصري. يقول هينز، الذي يعمل الآن في مركز برنشتاين للعلوم العصبية الحسابية في برلين: «هناك نِيَّات متعددة ومختلفة. كيف يمكننا أن نصنّـفها؟» يمكن تصنيف الصور حسب لونها أو محتواها، لكن يصعب توطيد القواعد التي تحكم النوايا والمقاصد بسهولة مماثلة.

«تشير تقارير وسائل الإعلام إلى أنه بإمكان هذه التقنيات أن تنقل قراءة الدماغ من عوالم الخيال إلى أرض الواقع»

ولَدَى مختبر جالانت إشارات أولية توحي بصعوبة هذا الموضوع. وباستخدام الشخص الأول، حاول الباحثون في هذا المختبر استخدام لعبة فيديو حربية، تسمى «الضربة المضادة» في معرفة ما إذا كان بإمكانهم فك ترميز النية في الاتجاه نحو اليمين أو اليسار، أو مطاردة عدوٍ، أو إطلاق النار. استطاع الباحثون فك رموز النية في التحرك فقط، بينما تم تجاوز كلّ المعطيات الأخرى في الرنين المغناطيسي الوظيفي، نتيجة للإشارات الصادرة عن انفعالات المشاركين العاطفية عندما أُطلقت النيران عليهم، أو تم قتلهم. يقول جالانت إن هذه الإشارات ـ وخاصةً إشارة الوفاة ـ تطغى على كل المعلومات المرهفة المتعلقة بالنية.

ينطبق الشيء ذاته على الأحلام، إذ نشر كاميتاني وفريقه محاولاتهم لتفسير ترميز الأحلام في دوريّة «ساينس» في بداية هذا العام[6]، فتركوا بعض المشاركين ينامون في جهاز مسح، ومن ثم تم إيقاظهم بشكل دوري، وسؤالهم عما يتذكرونه مما شاهدوه. حاول الفريق في البداية إعادة تشكيل المعلومات المرئية في الأحلام، ولكنه في النهاية لجأ إلى تصنيف الكلمات. استطاع البرنامج أن يتنبأ بدقة تصل إلى 60% بأنواع الأشياء التي شاهدها الأشخاص في أحلامهم، كسيارة، أو نَصّ، أو امرأة، أو رجل.

يقول كاميتاني إن الطبيعة الذاتية للأحلام تمثل تحديًا لاستخلاص معلومات إضافية. ويضيف قائلًا: «عندما أفكر في مضمون أحلامي، ينتابني شعور بأنني أرى شيئًا ما». تحتاج الأحلام إلى أكثر من فهم المجال البصري الدماغي، حيث ترتبط بمناطق يصعب بناء نماذجٍ موثوقة لها.

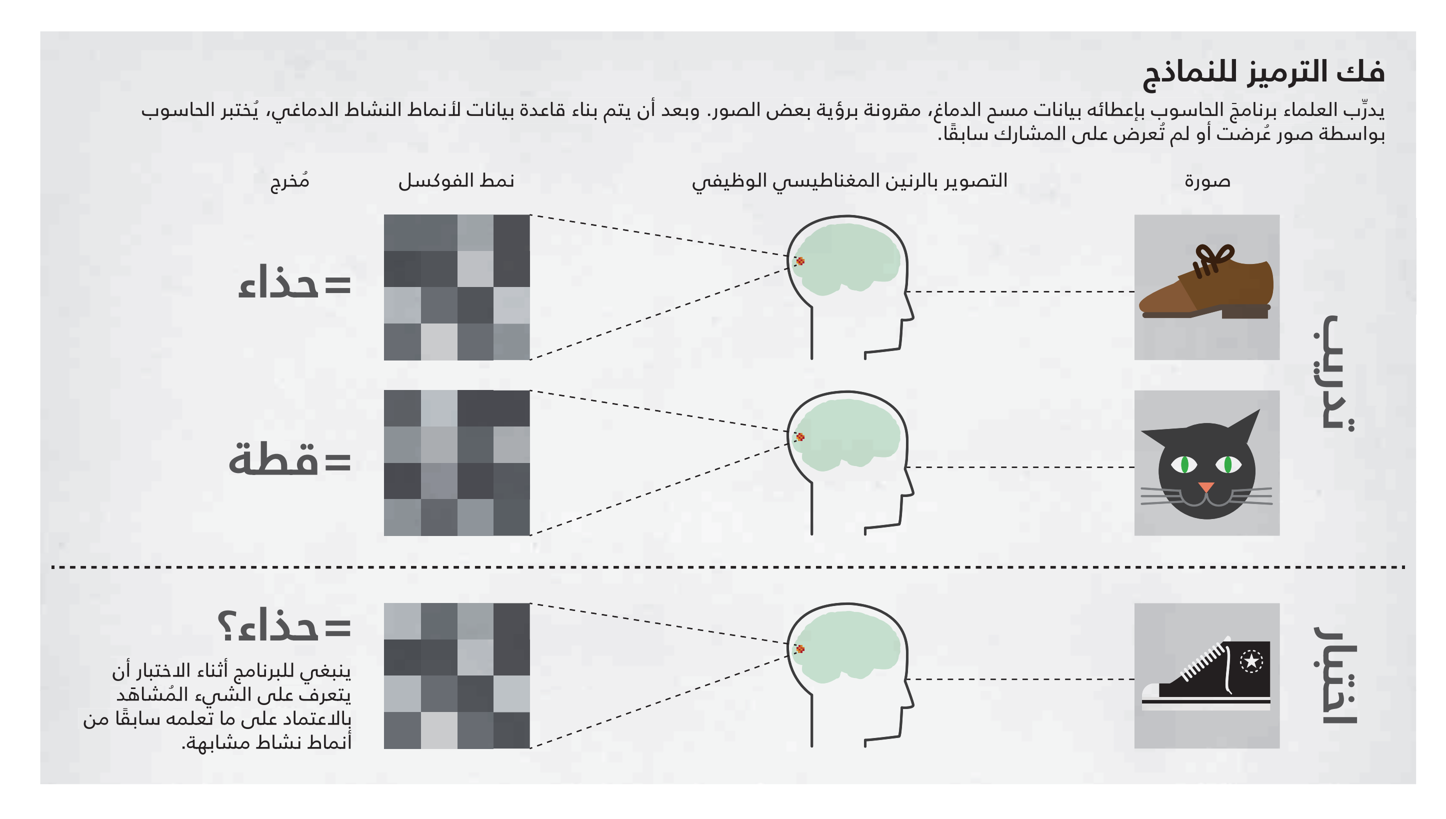
الهندسة العكسية

يعتمد فك الترميز على مبدأ تحديد العلاقة الموجودة بين نشاط الدماغ والعالم الخارجي. ويعتبر تحديد هذه العلاقة المتبادلة كافيًا إذا كان كل ما تريد أن تفعله هو، على سبيل المثال، استخدام إشارة من الدماغ للتحكم في يد إنسان آلي (انظر: *Nature* **497**, 176-178; 2013)، لكن جالانت وآخرون يطمحون إلى ما هو أكثر من ذلك؛ إذ يحاولون معرفة كيف يقوم الدماغ بتنظيم وتخزين المعلومات في المقام الأول، وبالتالي معرفة الترميز المعقد الذي يستخدمه.

يقول جالانت إن ذلك لن يكون سهلًا، حيث تأخذ كل منطقة دماغية معلومات من شبكة تصلها بمناطق أخرى وتجمّعها، مما قد يغير الطريقة التي تُمثَّل بها. ويتوجب على علماء الأعصاب لاحقًا معرفة أي نوع من التغييرات حدثت، وفي أي مكان. فبخلاف المشاريع الهندسية الأخرى، لم يتم تصميم الدماغ باستخدام مبادئ مفهومة بالضرورة من قبل العقل الإنساني أو النماذج الحسابية. يقول جالانت «لم نقم بتصميم الدماغ، فالدماغ قد وُهِب لنا، وعلينا أن نكشف الطريقة التي يعمل بها، ونحن لا نملك في الحقيقة أي طريقة رياضية لتصميم منظومة كهذه». وحتى لو كنا نملك معطيات وافرة كافية عن كل منطقة دماغية، فإنه من المحتمل ألاّ يكون لدينا مجموعة جاهزة من المعادلات لنَصِف بها هذه المناطق، والعلاقة فيما بينها، والطريقة التي تتغير بها مع مرور الزمن.

يقول نيكولاس كريجسكورت، عالم الأعصاب الحسابية من وحدة علوم الدماغ والإدراك في كمبريدج بالمملكة المتحدة: «حتى فهمنا للطريقة التي يتم بها ترميز المعطيات البصرية غير دقيق، رغم كون الجهاز البصري من أكثر الأقسام فهمًا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



في الدماغ». انظر: «نيتشر» 2013 ;156–158 ,**502** *Nature*). «تعتبر الرؤية واحدة من أصعب المشاكل في الذكاء الاصطناعي، إذ كنا نظن أن الأمر سيكون أسهل من لعب الشطرنج، أو إثبات النظريات»، حسبما يقول نيكولاس، لكن ما زال أمامنا الكثير لنفهمه في هذا المجال: كيف يمكن لمجموعة من الخلايا العصبية أن تمثل الوجه مثلًا، كيف تنتقل هذه المعلومات بين المناطق في الجهاز البصري، وكيف يتغير الرمز العصبي الممثِّل للوجه بتغير الوجه. وبناء نموذج من أسفل إلى أعلى، بتتبع خلية عصبية واحدة تلو الأخرى، عمليةٌ معقدة للغاية، إذ «لا توجد موارد كافية، أو وقت كافٍ للقيام بهذا العمل وبهذه الطريقة»، هكذا يقول نيكولاس. ولهذا السبب.. يقوم فريقه بمقارنة نماذج الرؤية الموجودة حاليًا مع معطيات الدماغ؛ لمعرفة الأفضل بينها.

العالم الحقيقي

يُعتبَر ابتكار نموذجٍ لتفسير الرموز الدماغية يُمكن تعميمه على كل الأدمغة، أو حتى على الدماغ نفسه في أوقاتٍ مختلفةٍ، أمرًا معقدًا. تبنى مفسرات الرموز عادةً لأدمغة فردية، ويُستثنى من ذلك تلك التي تقوم بحساباتٍ سهلةٍ كالخيارات الثنائية – كأن ينظر شخصٌ ما إلى صورة أ أو صورة ب. ومع ذلك، تعمل بعض المجموعات حاليًا على بناء نماذج تناسب كل الأدمغة. يقول هاكسبي، أحد روّاد تلك البحوث، إن «دماغ كل واحد منا مختلف عن أدمغة الآخرين»، ويضيف إنه في الوقت الحاضر «لا نستطيع أن نوفِّق بين أنماط النشاط الدماغي المختلفة بشكل جيدٍ وكافٍ».

ومن المرجح أن يكون التوحيد القياسي ضروريًّا للعديد من التطبيقات السابقة لتفسير ترميز الدماغ، كتلك التي تقوم بقراءة أفكار مخفية أو غير واعية مثلًا. ورغم كون هذه التطبيقات غير ممكنة حاليًا، فإنها جذبت انتباه بعض الشركات. يقول هينز إن مندوب شركة السيارات «ديملر» Daimler اتصل به مؤخرًا ليسأله عما إذا كان ممكنًا تفسير ترميز رغبات الزبائن المخفيّة؛ لزيادة نسبة مبيعاته. ويمكن لهذه الوسيلة أن تنجح من حيث المبدأ، لكن الطرق المتوفرة حاليًا لا تسمح مثلًا بمعرفة أي منتَج يفضله شخص ما من بين ثلاثين منتَجًا مختلفًا. وأضاف هينز قائلًا إنه ينبغي على المسوِّقين الالتزام بما هو معروف حاليًا. «أنا جد متأكد من أنكم ستحصلون على نتيجة أفضل بالاعتماد على تقنيات السوق التقليدية»، هكذا يقول.

كما اهتمت الشركات التي تتطلع إلى خدمة تنفيذ القانون بالموضوع أيضًا. وعلى سبيل المثال.. تستخدم شركة «نولاي إم آر آي» No lie MRI في سان دييجو بكاليفورنيا، تقنيات تفسير الرموز من أجل استخدام مسح الدماغ؛ لتمييز الحقيقة عن الكذب. ذكر عالم القانون هانك جريلي من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا في «كتيب أكسفورد لأخلاقيات العلوم العصبية» من (مطبوعات جامعة أوكسفورد، 2011) أنه يمكن للنظام القانوني الاستفادة من طرق أفضل لكشف الكذب، أو التأكد من صلابة الذاكرة، أو حتى كشف انحياز المحّلفين والقضاة. ويعتقد بعض علماء الأخلاقيات أنه يتوجب على قانون الخصوصية حماية رغبات وأفكار الناس الكامنة، لكن جوليان ساليفسكو، عالِم الأخلاقيات العصبية بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، لا يرى مشكلة من ناحية المبدأ في نشر تقنيات تفسير رموز الدماغ، ويقول إن «الناس يخافون من هذه التقنيات، ولكنها إذا استُخدمت بطريقة صحيحة؛ فإنها ستحررنا بشكل كبير». كما أضاف أن بيانات الدماغ لا تختلف عن أنواع أخرى من الأدلة. و«لا أرى سببًا يجعلنا نقدِّس خصوصية أفكار شخصٍ ما عن أقواله»، هكذا يقول.

أجرى هينز دراسةً، زار خلالها المشاركون عدة منازل من الواقع الافتراضي، ثم تمت دراسة أدمغتهم وهم يجولون في مجموعة أخرى من المنازل. أظهرت النتائج الأولية إمكانية معرفة المنازل التي زارها هؤلاء الأشخاص من قبل. وهذه الدراسة قد تقودنا إلى إمكانية معرفة ما إذا كان مشتبَهٌ به قد زار مسرح جريمة من قبل أم لا. لم تُنشر نتائج هذه الدراسة بعد، وقد كان هينز سريعًا في الإشارة إلى حدود دراسته فيما يتعلق باستخدام تقنيته في تطبيق القانون. ماذا لو أن شخصًا ما قد زار مسرح الجريمة، ولكنه لم يعد يتذكره بعد؟ أو أنه زار مسرح الجريمة قبل أسبوع من وقوعها؟ كما يمكن للمشتبَه فيهم أن يخدعوا الماسح الدماغي. يقول هينز: «لا تستطيع أن تعرف ماهية الإجراءات التي سيتخذها البعض للالتفاف حول هذا الجهاز».

لا يعتقد علماء آخرون في إمكانية كشف الذاكرة المخفيّة بشكل موثوق، من خلال تفسير الرموز. وبخلاف كل شيء آخر، فإنك تحتاج إلى جهاز رنين مغناطيسي وظيفي يكلف 3 ملايين دولار، ويزن 15 طنًّا، وإلى شخصٍ راغب في الكذب وهو داخل الجهاز، ولديه أفكار سرية كثيرة. أضف إلى ذلك، كما يقول جالانت، «أن مجرد وجود معلومات في ذهن شخص ما لا يعني أنها دقيقة». فلدى علماء النفس حاليًا وسائل أرخص وأكثر وثوقًا لمعرفة أفكار الناس. وكما يقول هينز: «حتى هذه اللحظة، أفضل طريقة لمعرفة ما يريد شخصٌ ما أن يفعله، هو أن نسأله عن ذلك». ■

كيري سميث كبير المحرِّرين الصوتيِّين لدوريّة «نيتشر» في لندن.

1. Haxby, J. V. *et al. Science* **293,** 2425–2430 (2001).
2. Cox, D. D. & Savoy, R. L. *et al. NeuroImage* **19,** 261–270 (2003).
3. Haynes, J.-D. & Rees, G. *Nature Neurosci.* **8,** 686–691 (2005).
4. Kamitani, Y. & Tong, F. *Nature Neurosci.* **8,** 679–685 (2005).
5. Nishimoto, S. *et al. Curr. Biol.* **21,** 1641–1646 (2011).
6. Horikawa, T., Tamaki, M., Miyawaki, Y. & Kamitani, Y. *Science* **340,** 639–642 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

آثار أقدام في الغابة

يقوم العلماء بتحديد مقدار تأثير السكان الغابرين على الأمازون.

جيف توليفسون

ربما أقام السكان الأصليون مزارع نخيل وموز منذ زمن بعيد.

قادت كريستال مَكْمايكل فريق عمل لأول مرة في أدغال الأمازون في عام 2007، حينها كانت تبحث عن مؤشرات تدل على أنشطة بشرية وقعت في هذه البيئة في الأزمنة الغابرة. شق هذا الفريق طريقه عبر النباتات الكثيفة باستخدام المناجل، وهم يهشون عنهم العناكب والبعوض والنحل. كان هذا الفريق يستكشف المنطقة المحيطة ببحيرة أيوشي، التي كانت مكمايكل على دراية بأنها تحتفظ بأقدم السجلات الدالة على زراعة الذرة في الأمازون قبل 6000 عام، إلا أن الأدغال خبأت أسرارها بعناية. «إذا نظرت للغابة فإنك لن تلحظ أي اضطراب بيئي قد وقع في الأزمنة الماضية» حسب قول مكمايكل، التي تعمل الآن كعالِمة أبحاث في معهد فلوريدا للتقنية، الموجود في مدينة ملبورن. وتضيف: «يتحتم عليك أن تنقِّب».

ناضل العلماء لعقود من أجل الكشف عن الآثار التاريخية للبشر في الغابة، وتحديد نوع التأثير الذي تركه البشر قبل المئات إلى الآلاف من السنين. وهدفهم من ذلك هو فهم تطور الغابات المطيرة، ومعرفة مساحة الجانب «الطبيعي» من المشهد البيئي، مقارنةً بالناجم عن التدخل البشري.

أشارت الدراسات ـ التي يرجع بعضها الى خمسينات القرن الماضي ـ إلى أن قبائل السكان الأصليين عاشت حياة بسيطة في قرى بدائية قبل وصول الأوروبيين، إلا أنه وفي الماضي القريب، رأى الباحثون أن غابات الأمازون احتضنت مجتمعات متطورة، استطاعت تحويل قطع من الغابات إلى مزارع وبساتين. وتقدر بعض الدراسات عدد سكان غابات الأمازون في عصر ما قبل التاريخ بعشرة ملايين. ويُعتبر هذا العدد كبيرًا بالنظر إلى العدد الحالي لسكان الأمازون الذي يبلغ 30 مليونًا. احتدم الجدل حينما أعلنت مكمايكل وزملاؤها[1] في العام الماضي أن وجود قبائل السكان الأصليين في المناطق النائية من الأمازون كان أمرًا نادرًا. وهذه النتيجة أثارت بدورها غضب علماء الآثار.

يثير هذا الموضوع ردود فعل قوية، ويرجع ذلك ـ بصورة جزئية ـ إلى كونه يمس الموضوعات الحساسة المتعلقة بحق قبائل السكان الأصليين في الأرض، كما أنه ذو صلة وثيقة كذلك بلُبّ فلسفة الحفاظ على البيئة. وإذا كانت المجموعات البشرية في عصور ما قبل التاريخ محدودة، وكان الأمازون الذي نعرفه اليوم بكرًا بصورة نسبية، فإن ذلك يطرح فرضية إمكانية حدوث تغيير في هذا النظام البيئي، الذي كان من الممكن أن يظل طبيعيًّا ومستقرًّا، لو لم يتعرض لاضطراب ناجم عن أنشطة بشرية، ناهيك عن إزالة الأشجار من مساحات شاسعة من الغابات بغرض الزراعة (في البرازيل لوحدها، تمت إزالة الأشجار من مساحات تفوق مساحة ألمانيا في الـ25 عامًا الماضية). وعلى النقيض، لو كانت غابات الأمازون في العصور البدائية ملأى بالناس الذين تحكَّموا في المناظر الطبيعية، فإنه قد يكون من الممكن أن تكون للغابة المَقْدِرَة على امتصاص التأثيرات البشرية اللاحقة. وتشجيع أنشطة القبائل الأصلية، حتى ولو حدث على مستوى كبير، قد يسمح للناس أن يعيشوا في إتزان مع الغابات المطيرة.

«لن يتمكن أولئك الذين يرفضون تقبُّل الدور البشري من فهم الكيفية التي تكونت بها البيئة التي نقدرها في الوقت الحالي»، حسب قول عالم الأنثروبولوجيا كلارك إريكسون الذي يعمل في جامعة بنسلفانيا، في فيلادلفيا، والذي يعتقد أن الناس انتشروا على نطاق واسع عبر غابات الأمازون. ويضيف: «وإذا لم تفهم ذلك، فإنك لن تستطيع أن تدير هذه البيئة».

أرض عدائية

حينما بدأ الباحثون في دراسة الأمازون، وطأوا منطقةً كانت تُعتبر لفترة طويلة بيئة عدائية لا يمكن اختراقها. كذلك جادل بعض العلماء، مثل الراحلة بيتي مجيرس، عالِمة الآثار في معهد سميثونيان في واشنطن دي سي، في خمسينات القرن الماضي بأن النباتات الوفيرة الموجودة في هذه المنطقة نمت فوق طبقة فقيرة من التربة غير صالحة للزراعة، الشيء الذي يجعلها غير ملائمة كذلك

RICKEY ROGERS/REUTERS/CORBIS



شبكات من الطرق، تربط بين القرى في الغابة البكر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


TON KOENE/VISUALS UNLIMITED/CORBIS

لقيام حضارة ذات مدى واسع[2]. اتفقت هذه النظرية والإطار الاستعماري القديم الذي أظهر منطقة الأمازون، إلى درجة كبيرة، وكأنها منطقة أدغال فارغة ومتاحة للاحتلال والاستغلال. وثّقت مجيرس لشظايا الفخار، ومواضع الدفن، ولسلسلة من السواتر الدفاعية في جزيرة ماراجو الواقعة في مدخل نهر الأمازون، إلا أنها جادلت بأن المجتمع الذي نشأ في تلك المنطقة لم يعمِّر طويلًا بسبب المشاكل البيئية، مثل التربة الفقيرة. وربما تسبب هذا أيضًا في إعاقة حدوث التنمية على مستوى كبير على امتداد الحوض، إذ كتبت مجيرس «يبدو وكأنه لم يكن هناك مهرب من أثر تلك البيئة».

تعرضت وجهة النظر هذه للهجوم في ثمانينات القرن الماضي. واستهلت آنا روزفلت، عالمة الآثار في جامعة إلينوي في شيكاغو هذا الهجوم، إذ كشفت أبحاثها في جزيرة ماراجو عن ثقافة استمرت لما يقارب 1000 عام، أي إلى حوالي عام 400 بعد الميلاد، وهي فترة استمرار طويلة بما يكفي لكي تثير الشكوك حول النظريات ذات الصلة بالموانع البيئية[3]. ومع مرور الوقت، أصدرت روزفلت كتابها المفصل[4] عن أبحاثها في ماراجو في عام 1991، ثم بدأ اتجاه تيار الآراء في الانعكاس.

وبينما كانت روزفلت تدرس جزيرة مالاجو، كان ويليام بيلي، عالم الأنثروبولوجيا في جامعة تولين بنيو أورليانز، لويزيانا، يقضي بعض الوقت مع قبيلة كابور في جنوب شرق الأمازون. وفي عام 1993، وثّق بيلي للإطار المعرفي الذي تتمتع به المجموعة، واستخدامها لمنطقة غابية تحتوي على تركيز أكبر من المعتاد من الأنواع المفيدة[5].

وعلى النقيض من ذلك، كان أعضاء المجموعة يشيرون إلى الأجزاء الغابية المتاخمة، باعتبارها مناطق برية وهادئة. وبالنسبة إلى بيلي، كانت هذه علامة على أن بعض أجزاء المناظر الطبيعية كانت في وقت ما مزروعة كبستان متطور. «كان جزء من هذا الأمر هو انتقاد قوي لفكرة أن السكان الأصليين كانوا يمشون خلال الغابة على رؤوس أصابعهم، من غير أن يتركوا أي آثار لأقدامهم» حسب قول إريكسون.

ومنذ ذلك الحين، عثر الباحثون العاملون في شرق ووسط الأمازون على رواسب من «تيرا بريتا»، التي (تعني حرفيًّا «الطين الأسود» في اللغة البرتغالية)، وهي تربات خصبة، يُعتقد أنها تكونت نتيجة لدورات من الحرائق والزراعة. كذلك تم الكشف عن متاريس أخرى، تشمل أنظمة غامضة من الخنادق والسواتر طوال فترة التسعينات من القرن الماضي في غربي الأمازون. وبحلول منتصف العقد الأول من القرن الحالي، توصل الباحثون إلى اعتقاد، مفاده أن أناس ما قبل التاريخ انتشروا في وقت ما على نطاق واسع، وبنوا شبكات من الطرق والقنوات والجسور، وزرعوا المحاصيل، مثل الذرة والكسافا، كما تعهّدوا مزارع ملأى بالأشجار المفيدة مثل أشجار الموز والنخيل[6]. «لقد كانت هذه المجتمعات على درجة التطور ذاتها، أي مجموعات سكانية ذات حجم متوسط في أي مكان من العالم في القرن الخامس عشر»، حسب قول عالم الأنثروبولوجيا مايكل هيكنبرجر الذي يعمل في جامعة فلوريدا، بمدينة جينسفيل. ويتابع: «لم تكن هذه المجتمعات متخلفةً بأي شكل من الأشكال». وبعد هذا التغيير الجذري في طريقة التفكير، ربما لم يكن ممكنًا تفادي تأرجح بندول وجهات النظر العلمية إلى الاتجاه الآخر. وفي يونيو من عام 2012، نشر فريق من الباحثين بقيادة مكمايكل، ومارك بوش ـ من معهد فلوريدا للتقنية ـ بحثًا[1] جادلوا فيه بأن الحضارة كانت نادرة الوجود عبر الغابات كثيفة الأمطار الموجودة في غربي ووسط منطقة الأمازون. جمع هذا الفريق 247 لبًّا ترابيًّا من العشرات من المواقع، كما وجدوا الفحم في الكثير من المواضع. ويُعدّ الفحم علامةً على النيران التي أوقدها البشر، إلا أن كل هذه المواقع خلت من الأدوات التي صنعها البشر، ومن «التيرا بريتا». (انظر: «علامات الحياة»).

NATURE.COM
قم بالاطلاع على مزيد من الصور من:
go.nature.com/shekpn

وثّق هذا الفريق أيضًا لزراعة الذرة في حالة واحدة فقط، كما أنه لم يجد دلائل على وجود الأعشاب، إلا في عدد قليل من المواقع. ويدل وجود هذه الأعشاب على حدوث إزالة متكررة للأشجار من الأرض. خلص بوش إلى أن الآخرين تعجّلوا في استقرائهم للأدلة على وجود مجموعات سكانية كثيفة في شرق الأمازون، وتعميمهم لهذه الخلاصة على منطقة الأمازون كلها. يقول جالانت: «لا نعتقد في وجود نظام بكر، لكننا لا نعتقد كذلك في أن النظام تم استغلاله بالكامل أيضًا». ولا يمكننا افتراض أن غابات الأمازون صمدت في وجه اضطراب بيئي واسع النطاق ناجم عن أنشطة بشرية في عصر ما قبل كولومبوس».

تقول مكمايكل إنها استقت أمرًا مشابهًا من بحيرة أيوشي، إذ وجدت كميات مقدرة من الفحم ومن البِنَى الأحفورية الدقيقة لمحاصيل الذرة حول البحيرة، إلا أن الدلائل على الاستيطان توقفت على مسافة عدة كيلومترات من منطقة المياه[7]. «لقد وصل البشر إلى تلك المنطقة، إلا أن تأثيرهم كان محدودًا جدًّا»، حسب قولها.

جدل مشتعل

هُوجِمَ البحث الذي نشرته مكمايكل وزملاؤها من كلا الجانبين، إذ انتقدتهم مجيرس لتقبُّلهم للأدلة السابقة على وجود الحضارات الكبيرة في شرقي ووسط منطقة الأمازون، غير أن أقوى الانتقادات جاءت من عشرات العلماء الذين علقوا على شبكة الإنترنت على البحث المنشور في دوريّة «ساينس». وجادل هؤلاء بأن هذا البحث لم يعط الأدلة على وجود الحضارة الاهتمام اللائق بها، حيث ركز بصورة مفرطة على بيانات التربة، التي لا تستطيع أن تكشف عن علامات زراعة الكسافا، أو أنشطة البستنة والزراعة الأخرى في الغابات.

تقول سوزانا هيشت، المؤرخة البيئية في جامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس: «تستطيع التربة أن تخبرك عن جزء من القصة، لكنها لن تستطيع أن تخبرك عن كل شيء». وتلاحظ سوزانا أيضًا أن قبائل الإنكا أنشأوا مركزًا حربيًّا في إقليم بوتومايو في غربي الأمازون بحلول نهاية القرن الخامس عشر، أي في الفترة التي سبقت وصول الأوروبيين مباشرة، ولربما أُنشئ هذا المركز للحماية من سكان هذا الإقليم، أو للتجارة معهم. «لماذا تقوم بذلك، إذا كنت تظن أنه لم يكن هناك غير حفنة من العراة يجرون في كل مكان؟»

في نوفمبر 2012، رد شارلس كليمينت، عالِم المحاصيل الحقلية في المعهد الوطني لأبحاث الأمازون في مانوس بالبرازيل، وفريقه بنشر بحث[8] جادلوا فيه بأن التأثير البشري على الغابات كان واسع النطاق. وأوضحت دراسة كليمينت أن الأشجار التي تعتبر مفيدة للبشر ـ التي تشمل أشجار النخيل وأشجار الجوز البرازيلية ـ تنتشر بدرجة أكبر بالقرب من الأنهار، أي في المناطق ذات الكثافة السكانية الأعلى. وبالأخذ في الاعتبار أن عددًا

علامات الحياة

كشفت عينات التربة ودراسات علم الآثار عن أدلة لاستيطان العديد من أجزاء الأمازون - لكن ليس كل الأجزاء - في الأزمان الغابرة.

جزيرة ماراجو
الأبحاث التي أجريت هنا في خمسينات القرن العشرين أشارت إلى وجود حضارة في عصر ما قبل كولومبس. كذلك دلت الدراسات اللاحقة على وجود عدد أكبر بكثير من المستوطنات.

بحيرة أيوشي
أقدم الأدلة على زراعة الشوفان في الأمازون قبل 6000 عام.

كولومبيا
الإكوادور
نهر الأمازون
بيـرو
البرازيل
بـوليفـيـا
حــوض الأمـــازون

نتائج مثبتة
الكشف عن الفحم
وُجدت أراضي خصبة داكنة (تيرا بريتا)
وُجد عدد كبير من المتاريس

من نتائج أبحاث كريستال مكمايكل وزملائها
أدلة على زراعة الذرة
أدلة على قطع الأشجار المتكرر
وجود بعض الفحم، لم يتم التعرف على "تيرا بريتا"، أو على أي أدوات بشرية

SOURCE: CRYSTAL MCMICHAEL

من هذه الأنواع لها تفضيلات بيئية متباينة، كما أنها لا تنمو بالضرورة في المناطق نفسها، جادل هذا الفريق بأنه لا بد أنه كان للبشر يد في تكوين هذه القطع ذات الأشجار الوفيرة، إلا أن نتائجهم تعرضت للانتقاد بدورها، إذ أثار النقاد الأسئلة حول قوة أدلتهم الإحصائية، وحول حقيقة أن هذا الفريق لم يحاول تكوين خط قاعدي لما كان من الممكن أن يكون عليه الحال في غياب البشر.

وبالنسبة إلى الباحثين في كلا جانبي الجدال، فإن جزءًا من هذه المشكلة يرجع الى الحجم المهول لحوض الأمازون، وصعوبة الوصول الى مواقع الدراسة النائية. وللحصول على صور أكثر وضوحًا، يركز الباحثون الآن على اللقطات الفضائية.

وبعد انتهاء عملها الحقلي مع بوش، التحقت مكمايكل بفريق من العلماء العاملين في مجال الاستشعار عن بعد في جامعة نيوهامبشاير في دورام، في محاولة للتعرف على «تيرا بريتا» عبر استخدام صور الأقمار الصناعية. ويشير تحليل هذا الفريق ـ الذي لم ينشر بعد ـ إلى أنه قد يكون من الممكن تحديد مواقع «تيرا بريتا» من الفضاء بالبحث عن مناطق خصبة، حيث تمتص الأوراق مقادير كبيرة من العناصر الغذائية ومن المياه.

طورت مكمايكل كذلك نموذجًا يستخدم عوامل بيئية، مثل المسافة من نهر، والارتفاع، ونوع الغابة، من أجل التنبؤ بالمواضع التي يمكن أن يوجد بها «تيرا بريتا»، الشيء الذي يساعد بدوره العلماء العاملين في الحقل في تحديد مجال بحثهم. وحينما تم اختبار النموذج على 2900 موقع من المواقع التي تم تأكيد وجود أو عدم وجود «تيرا بريتا» فيها، أفلح هذا النموذج في التنبؤ بصورة صحيحة بنسبة 89%. ويقترح هذا أن 3% إلى 4% من الحوض قد تنتج «تيرا بريتا»، مقارنةً بالتقديرات الأولى ذات المدى الأوسع التي اقترحت نسبة 0.1 - 10%. وتقوم مكمايكل الآن ببناء نموذج مماثل للتنبؤ بمدى المتاريس الكبرى مثل تلك الموجودة في ماراجو وفي غربي الأمازون.

«إذا نظرتَ إلى الغابة؛ فلن تلحظ أي اضطراب بيئي قد وقع في الأزمنة الماضية»

الماضي والمستقبل

قد يتطلب الحصول على صورة مكتملة للتأثير البشري على الأمازون نظرة أوسع بكثير، سواء في الزمان والمكان، حيث عاش الناس لفترات طويلة قبل العصر السابق لوصول كولومبوس، ولربما كانوا يشكلون ويحددون مكونات الغابات لآلاف السنين عن طريق الصيد والبحث عن الغذاء.

تزامن وصول البشر الى منطقة الأمازون، ولربما أسهم كذلك في الانقراض واسع النطاق للمجموعات الحيوانية الكبيرة، مثل حيوان الكسلان العملاق وقريب للفيل الحديث في حدود نهاية العصر الجليدي، أي قبل حوالي 12000 عام. وترى دراسة حديثة[9] أن هذه الانقراضات قلّلت من توفر الفوسفور المغذي المهم في الغابة. وقد يفسِّر هذا الأمر سبب قلة الفوسفور في الغابة إلى هذا اليوم.

يقترح تحليل سجلات حبوب اللقاح والفحم ـ الذي قاده فرانسيس ميلي في جامعة أدنبرة بالمملكة المتحدة ـ أن الغابات الكثيفة قد تكون أفسحت الطريق للسافانا والغطاء النباتي في عدد من المناطق منذ حوالي 4000-8000 عام، بفضل المناخ الأكثر دفئًا، وبفضل استخدام البشر للنار[10]. وكَتَب ميلي أن البشر ربما كانوا «العامل الأساسي للاضطراب البيئي» في الغابة القديمة.

ركّزت أبحاث هيشت بصورة أكبر على الماضي الحديث: الفترة ما بين ثمانينات القرن التاسع عشر الى عشرينات القرن العشرين، وهي الحقبة التي أدت فيها العولمة والتطورات الكبيرة في الصناعة إلى حدوث ازدهار في استخلاص المطاط في الأمازون. وجمعت هيشت بيانات عن مبيعات المطاط وإنتاجه، ثم عملت مع ساسان ساتشي، خبير الاستشعار عن بُعد في «مختبر ناسا للدفع النفاث» في باسادينا، كاليفورنيا، لكي ترسم خريطة لتأثير إنتاج المطاط عبر الحوض. ويشير تحليلهم ـ الذي لم ينشر بعد ـ إلى أن مليون شجرة مطاط قُطعت سنويًّا لمدة 30 عامًا، كذلك ربما تسببت كل شجرة مقطوعة في سقوط 10 شجرات أخرى في مسار سقوطها. ويشك ساتشي في أن الغابات ما زالت تحاول استعادة عافيتها من موجة التدمير المفاجئة هذه، كما يحاول أيضًا أن يرى ما إذا كان من الممكن الكشف عن علامات إعادة النمو من بيانات الأقمار الصناعية، أم لا. وإذا كانت عدة مناطق بالأمازون تمر بمرحلة إعادة النمو منذ بداية القرن العشرين، فإنه لا بد أن يكون ذلك قد تسبب ـ بشكل مؤقت ـ في تعزيز كمية ثاني أكسيد الكربون التي امتصها الإقليم من الغلاف الجوي، حسب قول ساتشي. وإذا كان ما سبق صحيحًا، ومع تلاشي الاضطراب البيئي، فإنّ دور الغابة كمصب للكربون قد يتضاءل.

سوف يستغرق تحديد المدى الكامل للتأثير البشري على الغابة بعض الوقت، إلا أن هيكنبيرجر يقول إن ما تعلمناه حتى الآن يوفر لنا سلفًا بعض الدروس، يمكننا الاستفادة منها في وقتنا الحاضر. وتوضح الأدلة على التيرا بريتا من الأزمان الغابرة أن السكان الأصليين عرفوا طرق إدارة الحياة داخل الأمازون قبل حلول أيام المناشير الكهربية والمخصبات الاصطناعية. كذلك يقول هيكنبيرجر إن المجهودات المستقبلية لتطوير نوع منظومة الغابات البستانية التي يكشف عنها من الماضي قد تساعد المجتمعات الحديثة على الحفاظ على الأمازون، وعلى الحصول على سبل للمعيشة. هذه الحلول ذكية ومقبولة جدًّا» حسب قول هيكنبيرجر- وبالنسبة إلى كل سكان الأمازون، «أعتقد أنهم يمكنهم أن يتعلموا الكثير من ماضيهم». ■

جيف توليفسون يغطي موضوعات المناخ، والطاقة، والبيئة لدوريّة «نيتشر».

1. McMichael, C. H. *et al. Science* **336,** 1429–1431 (2012).
2. Meggers, B. J. *Am. Anthropol.* **56,** 801–824 (1954).
3. Roosevelt, A. C., Housley, R. A., Imazio da Silveira, M., Maranca, S. & Johnson, R. *Science* **254,** 1621–1624 (1991).
4. Roosevelt, A. C. *Moundbuilders of the Amazon: Geophysical Archaeology on Marajo Island, Brazil* (Academic Press, 1991).
5. Balée, W. *L'Homme* **33,** 231–254 (1993).
6. Heckenberger, M. J. *et al. Science* **301,** 1710–1714 (2003).
7. McMichael, C. H. et al. *Holocene* **22,** 131–141 (2011).
8. Levis, C. *et al. PLoS ONE* **7,** e48559 (2012).
9. Doughty, C. E., Wolf, A. & Malhi, Y. *Nature Geosci.* **6,** 761–764 (2013).
10. Mayle, F. E. & Power, M. J. *Phil. Trans R. Soc. B* **363,** 1829–1838 (2008).

تعليقات



JAMES WILKINSON/SIO-CALCOFI

جهاز لمتابعة حالة المحيط في الساحل الغربي للولايات المتحدة، تابع لبرنامج دراسات مصائد السَّمَك التعاونية في كاليفورنيا.

تابِعوا السَّمَك

نحتاج إلى برنامج رصد بيئي عالمي طويل الأمد؛ لمتابعة صحة المحيطات» حسبما يقول كُلٌّ من **ج. أنتوني كوسلو، وجنيفر كوتور.**

تهدف الأمم المتحدة في السنة القادمة إلى الانتهاء من أول تقييم عالمي للمحيطات. وهي عملية مشابِهَة للتقييم الدوري الصادر عن اللجنة الدولية الحكومية لمتابعة تغيُّر المناخ. ويُعَدّ هذا التقييم مهمًّا، ويأتي في الوقت المناسب.. فمحيطات العالم مهدَّدة بالكثير من الضغوط البشرية، بدءًا من التلوث وتصريف المغذيات والصيد المفرط، إلى الاحترار ونزع الأكسجين والتحمُّض[1]، لكنْ لا يبدو أن البرامج الحالية لرصد المحيطات تكفي لتحقيق هذا الهدف.

يتم رصد متغيّرات معينة، مثل درجة الحرارة، والملوحة، ومستوى الكلوروفيل عالميًّا عن طريق الأقمار الصناعية والمسح العيني عبر العمود المائي ومجموعات المجسّات الرّاسِيَة. وعلى الناحية الأخرى، يُعتبر الرصد البيئي للمنظومات البحرية غير مناسب تمامًا، وقد تم تجاهله لسنوات طويلة، باعتباره صعبًا ومكلّفًا جدًّا. ونتيجة لذلك.. تتم مراقبة ودراسة العَوالِق النباتية والحيوانية والسَّوابح الصغرى (العوالق والأسماك الصغيرة) بطرق عشوائية، وحسب توفر الموارد، لا بشكل منتظم ومنهجي.

تتغير معظم العمليات الطبيعية في المحيطات بشكل سنوي أو عِقْدِي. أمّا لمعرفة التغيُّرات الناجمة عن تغير المناخ، فيجب أن تكون الفترة الزمنية للرصد حوالي 50 سنة، أو أكثر. وقد تَسَبَّب تجاهُل الرصد البيئي من حرمان المجتمع العلمي من مثل هذه البيانات طويلة الأمد. وعلى سبيل المثال.. إحصاء الأحياء البحرية يُعتبر جهدًا عالميًّا يهدف إلى وصف التنوع الحيوي في المحيطات، لكن نطاقه الزمني عِقْد واحد فقط. وحاليًا هناك فقط مجموعتان من البيانات البيئية طويلة الأمد بشكل يكفي لتحقيق الهدف، وكلاهما يعاني من قصور.

هذا.. ويجب تأسيس شبكة عالمية لرصد المحيطات خلال السنوات الخمس القادمة؛ لتوفير بيانات أساسية، يمكن مقارنة صحة المحيطات بها في القرن القادم. وإضافة إلى بيانات المحيطات الفيزيائية، يجب أن تَرصُد مثل هذه الشبكة حالة الأنواع الحية في الأنظمة البيئية البحرية حول العالم.

رصد عِقْدِي

تُعتبر الفترات الزمنية البيئية بمثابة سندريلا علوم المحيطات: عنصر تم تجاهله لفترة طويلة، يجتهد للحفاظ على وجوده على هامش ما يحظى بالاهتمام، ولكنه الآن يجد نفسه تحت الأضواء في مرحلة تغيُّر المناخ.

لقد ظهرت الحالة البائسة لهذه البيانات في العام الماضي، عندما قام أحدنا (كوسلو) بالإبلاغ عن حدوث تراجع بنسبة 63% في انتشار 24 نوعًا من السمك الذي يعيش في الأعماق البحرية الوسطى قبالة سواحل كاليفورنيا، وذلك ـ على ما يبدو ـ نتيجة لنقص مستويات تركيز الأكسجين في هذا العُمْق (200-1000 متر). وقد تم بناء الدراسة[2] على متسلسِلات زمنية (بيانات لفترات ◄

◄ زمنية طويلة) صادرة عن برنامج دراسة مصائد السمك التعاونية في كاليفورنيا «كالكوفي» (CalCOFI)، التي ظلت تدرس عيِّنات من مياه المحيط في جنوب كاليفورنيا منذ عام 1951. وكانت لنتائج هذه الدراسة تداعيات كبيرة.

يُعتبر نقص مستويات الأكسجين في الأعماق الوسطى نتيجة متوقَّعة لتغيُّر المناخ، نظرًا إلى تأثير درجات الحرارة على التدرج والخلط المائيَّيْن، والتهوية[3]. تضم المياه البحرية في جنوب كاليفورنيا خليطًا متعددًا من أنواع السمك التي تمتد مواطنها إلى مياه شمال المحيط الهادئ الأكثر برودة، والمياه شبه الاستوائية الدافئة. وجدير بالذِّكر أنه عند التحضير لعقد جلسة نقاشية في اللقاء السنوي لمنظمة العلوم البحرية بشمال المحيط الهادئ في عام 2012؛ لدراسة حالة المحيط وتوجُّهاتها، تم الإبلاغ عن حالات تراجع لمستويات الأكسجين مشابهة تمامًا[4,5]، ولم توجد بيانات أخرى للفترة الزمنية المطلوبة للأحياء في الأعماق البحرية الوسطى.

تُعتبر مراقبة ما يحدث في الأعماق الوسطى ضرورةً لتقييم مدى صحة النظام البيئي في المحيط، إذ تُعتبر هذه الطبقة المحرِّك الأيضي للمحيطات، حيث تتم معالجة حوالي 90% من المادة العضوية التي تغرق من خلال السطح في هذه المنطقة. كما أن أنواع السمك التي تعيش في الأعماق الوسطى أكثر بكثير، مقارنةً بالمناطق القريبة من السطح. ويتم تقدير الكتلة الحية للسمك الذي يعيش في الأعماق الوسطى بحوالي 1-10 بليون طن في كافة أنحاء العالم، ويُعد هذا أضعاف الحجم الكلي للسمك التجاري الذي يتم صيده سنويًّا، وهو أقل من 100 مليون طن[6].

وتقبع أنواع كثيرة من السَّمَك في منطقة الأعماق الوسطى خلال اليوم؛ لتتحاشى السَّمَك المفترس، ثم تصعد نحو السطح لتتغذى خلال الليل.. في أكبر هجرة لحيوانات على كوكب الأرض. ولكونها من المستهلكات الجوهرية للعوالق الحيوانية، وفريسة للأنواع الأكبر، فإن سَمَك الأعماق الوسطى يُعتبر ناقلًا أساسيًّا للكربون إلى أعماق المحيط.

إذن، لماذا لا توجد إلا متسلسِلات زمنية قليلة للمنظومات البحرية؟ تأتي معظم البيانات البحرية من البرامج الساحلية، أو تلك المرتبطة بمصائد السَّمَك. وتقوم المحطات الساحلية بتسجيل المؤشرات التي يمكن رصدها بسهولة من دعامات موجودة عند السطح (درجة الحرارة، والملوحة، وتركيز الكلوروفيل)، أو تلك المهمة لجودة المياه (الطحالب، ومستوى المغذيات والأكسجين)، أو العوامل المرتبطة بالنقل البحري المحلي (الرياح، والأمواج، والتيارات). كما تركز عمليات مسح مصائد السَّمَك على الأنواع المستغَلة تجاريًّا. وبالتالي، فإن أغلب المؤشرات البحرية المرصودة تقتصر على المتغيرات التي يمكن قياسها بشكل روتيني عن طريق السفن والعوّامات والمراسي والطائرات الشراعية.

وفي تسعينات القرن الماضي، قدَّم نظام مراقبة المحيطات العالمي «جوس» GOOS ـ الذي طوّرته الهيئة الدولية لعلوم المحيطات، التابعة للأمم المتحدة ـ وعودًا بتأسيس شبكة عالمية لرصد المحيطات، لكنّ نقص التمويل أدّى إلى الحَدّ من أعماله؛ لتقتصر على القياسات الفيزيائية سهلة المنال. ونظرًا إلى كونه جزءًا من مشروع «جوس»، ويتمتع بحُرِّية الحركة بين المحيطات، تَمَكَّن مشروع «أرجو» من زرع 3000 عوامة؛ لتسجيل مؤشرات الحرارة والملوحة من محيطات العالم المختلفة، لكن البرامج الساحلية لـ«جوس» ركّزت اهتمامها فقط على المؤشرات السهلة والمخاطر المحلية.

القليل فقط من عمليات برنامج «جوس» يتميز بالانتظام والمنهجية. فعلى سبيل المثال.. تقوم 11 منظومة إقليمية ـ بما لديها من أجهزة خاصة ـ بخدمة الولايات المتحدة. وتتحدث تقارير التقييم عن غياب الرصد البيئي، باعتباره فجوة دائمة في البرنامج[7]. وفي نوفمبر 2013، قام برنامج «جوس» بعقد أول ورشة عمل للخبراء في مدينة تاونسفيل في أستراليا؛ لتأسيس لِجان لتغطية المعلومات البيولوجية والكيميائية الحيوية الأرْضية، وتلك الخاصة بالمنظومات البيئية. فالحاجة الآن إلى ذلك أصبحت مُلِحَّة.

وبفضل مشروع «أرجو» Argo وملحقاته، لدينا الآن تغطية ممتازة لدرجات الحرارة، والملوحة، وتركيزات الكلوروفيل لنسبة كبيرة من مساحة المحيطات في العالم، لكنْ هناك القليل فقط من المتسلسلات الزمنية البيئية، وخاصة على مستوى البيانات المتعلقة بالأنواع الحية للعوالق، التي تشكِّل قاعدة الشبكات الغذائية البحرية.

«الترتيبات العشوائية لرصد المحيطات ليست مناسبة للاحتياجات الحالية».

يمكن مَسْح مناطق وجود العوالق بواسطة تقنيات بسيطة. وبعض أهم الدلائل على التغيرات المرتبطة بالمناخ في انتشار العوالق الحيوانية أتى مِنْ مَسْح «الراصد الدائم للعوالق» CPR لمنطقة بحر الشمال، وشمال المحيط الأطلسي، ذلك المسح الذي يعود إلى عام 1946. وتقوم أجهزة المسح العتيقة (التي كانت مصنوعة من النحاس، قبل أن تصبح من الصلب المقاوِم للصدأ) بجمع عينات العوالق أثناء سحبها من قِبَل السفن التجارية التي تبحر بانتظام في طرق معينة. ويتم وضع العوالق على شريط من الحرير، ولفّها في وعاء من مادة الفورمالديهايد الحافظة، ثم يتم التعرف على أنواعها. وقد أثبتت المتسلسِلات الزمنية أنها بمثابة كنز لفهم حالات المد والجزر في مجموعات العوالق والسَّمَك، وعلاقتها بالتباينات المناخية الطبيعية في شمال المحيط الأطلسي، وكذلك علاقتها باحترار المناخ[8].

يعود السبب في طول عمر برنامج الراصد الدائم إلى بساطته. وفي المقابل، فإن «كالكوفي» CalCOFI يُعتبر مشروعًا شاملًا يسعى إلى رصد المحيطات من «الرياح إلى الحيتان». ولكونه مشروعًا مشتركًا بين «معهد سكريبز لعلوم المحيطات» في لاجولا في ولاية كاليفورنيا، والمنظمات الفيدرالية المسؤولة عن مصائد السَّمَك منذ عام 1949، فإن المسح الفصلي الصوتي ومسوح البيض واليرقات ـ التي ينفذها البرنامج ـ توفر بيانات كفيلة بتقييم الأنواع التجارية، مثل سَمَك السردين، والأنشوفة، والبقلة.

ومنذ البداية، تمّ دَمْج المسوح التي قام بها «كالكوفي» في مجموعة من المشاهدات حول البيئة الفيزيائية والحيوية للسمك. نستمد من هذه البيانات فهمنا الحالي لكيفية استجابة النظام البيئي لتيارات كاليفورنيا للتغيرات الشديدة في مستوى الإنتاجية، وفي درجات الحرارة التي تتسبب فيها حالات الاحترار غير الطبيعي لمياه المحيطات في الشرق الاستوائي المحيط الهادئ، وكذلك التغيرات المستمرة على مدى عقود في تيارات المحيط وتغير المناخ[9].

إضافة إلى «كالكوفي»، وبرنامج «الراصد الدائم»، هناك برامج مهمة يتم إنشاؤها أو توسعتها. تتضمن هذه البرامج مشروع «أوديت» الياباني، الذي يقوم بتحليل تجمعات العوالق الحيوانية قبالة ساحل اليابان؛ لمعرفة تكوين الأنواع الحية فيها، لكنْ يبقى من السابق لأوانه معرفة ما إذا كانت هذه البرامج قادرة على الاستمرار لفترات طويلة وكافية، أم لا؛ لتحديد التغيرات المرتبطة بالمناخ.

ممكن ماليًّا

حاليًّا، يجد المجتمع المختص بعلوم المحيطات نفسه في الموقف المحرج الذي يتطلب تقييم حالة المحيطات في العالم، لكنه يفتقر إلى الأدوات الكفيلة بتحقيق ذلك. مع ذلك.. فمن الممكن تقنيًّا واقتصاديًّا تطوير برامج متعددة التخصصات على غرار «كالكوفي»، يمكنها أن تقوم بشكل متوازٍ بالاستجابة لاحتياجات إدارة المحيطات وحمايته، وتطوير احتياجات البِنَى التحتية والبحثية.

يكلِّف «كالكوفي» حوالي 5 ملايين دولار سنويًّا. وتأسيس مشاريع مماثلة عالميًّا لتغطية حوالي 50 منظومة بيئية كبيرة يمثِّل الغالبية العظمى من الحياة البحرية[10] قد تكلِّف حوالي 250 مليون دولار سنويًّا. وإذا تم تنسيق الجهود ما بين مبادرات الرصد البيئي والسمكي القائمة حاليًّا؛ فسوف تتقلّص التكلفة الإضافية.

سوف تحتاج الولايات المتحدة إلى تخصيص 30 مليون دولار سنويًّا فقط لمراقبة أنظمتها البيئية البحرية الستة الكبرى. وهذا المبلغ يقارب الكلفة التشغيلية السنوية لمبادرة المراقبة البحرية (OOI) في الولايات المتحدة، التي تصل إلى 55 مليون دولار، وهي المبادرة التي تم مؤخرًا الموافقة على موازنة إنشاء البنية التحتية لها من قِبَل المؤسسة القومية للعلوم، التي تبلغ 386 مليون دولار. وبدءًا من عام 2015، سوف توفِّر مبادرة المراقبة البحرية نطاقًا واسعًا من بيانات الرصد الفيزيائي والكيميائي والأرضي والحيوي لبعض أجزاء المحيط على امتداد 25 سنة، ولكنها سوف توفر القليل من البيانات عن الأنواع الحية المطلوبة لتقييم حالة النظام البيئي.

يوضِّح التقييم المرتقَب لحالة المحيطات في العالم أنّ الترتيبات العشوائية لرصد المحيطات التي تم تطويرها منذ منتصف القرن العشرين ليست مناسبة للاحتياجات الحالية. ويجب تأسيس بيانات بيئية أساسية، وصيانة المتسلسِلات الزمنية. وهذه المهمة الرئيسة ليست صعبة التنفيذ، ولا تكلف كثيرًا. ونأمل أن تكون ورشة العمل القادمة لنظام مراقبة المحيطات العالمي بدايةً لهذا الجهد. ■

ج. أنتوني كوسلو، وجينيفر كوتور يعملان في «معهد سكريبز لعلوم المحيطات» في جامعة كاليفورنيا، لاجولا، 92093، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: jkoslow@ucsd.edu

1. Roberts, C. *The Ocean of Life: The Fate of Man and the Sea* (Viking Adult, 2012).
2. Koslow, J. A., Goericke, R., Lara-Lopez, A. & Watson, W. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **436,** 207–218 (2011).
3. Shaffer, G., Olsen, S. M. & Pedersen, J. O. P. *Nature Geosci.* **2,** 105–109 (2009).
4. Stramma, L., Johnson, G. C., Sprintall, J. & Mohrholz, V. *Science* **320,** 655–658 (2008).
5. Deutsch, C., Brix, H., Ito, T., Frenzel, H. & Thompson L. *Science* **333,** 336–339 (2011).
6. Kaartvedt, S., Staby, A. & Aksnes, D. L. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **456,** 1–6 (2012).
7. Alverson, K. *J. Ocean Technol.* **3,** 19–23 (2008).
8. Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibañez, F., Lindley, J. A. & Edwards, M. *Science* **296,** 1692–1694 (2002).
9. Ohman, M. D. & Venrick, E. L. *Oceanography* **16,** 76–85 (2003).
10. Longhurst, A. R. *Ecological Geography of the Sea* (Academic Press, 1998).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


ILLUSTRATION BY DENNIS CARRIER

تحديد أولويّات البحوث في زمن الركود الاقتصادي

«نحن في أمسّ الحاجة إلى تحليل دقيق؛ لتحديد فوائد اقتصاد المعرفة» **باتريك كانينجهام** المستشار العلمي السابق للحكومة الأيرلندية.

تصرِّح حكومات عدة بأنها تستغل فترة الركود الاقتصادي الحالي؛ لإعادة تركيز جهود استثماراتها العامة في مجال العلوم والتقنية، ولكنْ بعد تحليل إفادات البلدان لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) حول تمويلاتها وأهدافها في مجال البحوث والتطوير (R&D) على مدار العقد الماضي، تَبَيَّنَ لي أن الوضع ـ في الواقع ـ لم يتغير كثيرًا.

دأبت تسع عشرة دولة ـ من أصل أربع وثلاثين دولة، تمثل مجموع الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ـ على الإفادة بشكل كامل ومنتظم عن إنفاقاتها في مجال البحوث والتطوير المدنية طوال العقدين الماضيين. وقامت اثنتا عشرة دولة من تلك الدول الـ19 بتخفيضات في ميزانياتها العامة للعلوم منذ عام 2007 (انظر: go.nature.com/5dzkjp)، في حين تَمَكَّنَ البعضُ الآخر من المحافظة على نموٍّ متواضع. وشهدت كوريا الجنوبية زيادات استثنائية في التمويل السنوي، وقدّمت الولايات المتحدة ميزانية تحفيزية مثيرة لعام واحد في عام 2009، والْتَزَمَ الاتحاد الأوروبي بزيادة ميزانيته للفترة بين 2014 و2020 بنسبة 28%، غير أنّ الاتجاهات البحثية لا تزال على حالها.

أعتقدُ أنه ينبغي على جميع الدول استغلال توقيت التغيير الحالي؛ لتحسين الطريقة التي يتم بها توظيف المال العام لخدمة العلوم. إننا بحاجة إلى أنْ نتعلم من أفضل الممارسات على المستوى الفردي والمؤسسي ومستوى الشركات، وعلى الصعيدين الوطني والدولي، ويتطلب القيام بذلك تحليلًا مستمرًا للحقائق، وتطبيقًا لمنهجٍ علمي أكثر صرامةً فيما يتعلق بسياسات العلوم.

توجّه حاليا معظم دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أقل من 1% من إيراداتها الضريبية إلى مجال البحوث والتطوير، لكن تلك النسبة لا تزال تمثل ميزانيات كبيرة تحت السيطرة العامة. فالولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي يقتسمان معًا نصف استثمارات العالَم في مجال البحوث والتطوير، التي تبلغ 1400 مليار دولار أمريكي تقريبًا، رغم كونهما مَوْطِنَيْن لـ12% فقط من سكان العالم.

وينفق قطاعَا الصناعة والأعمال ضعف ما تنفقه الحكومات في مجال البحوث والتطوير، حيث تسهم في ذلك آلاف الشركات. ومع ذلك.. فقد يكون الإنفاق العام هو الدافع الحقيقي للابتكار في قطاع الأعمال: ففي الولايات المتحدة نجد أن القاعدة التقنية لشركات مثل (أبل، وإنتل، وجوجل، والكثير من شركات الصناعات الدوائية) متجذِّرَة في البحوث المُمَوَّلَة حكوميًّا[1].

تختلف الحكومات كثيرًا في الطريقة التي توجِّه بها استثماراتها في مجال البحوث والتطوير. فالولايات المتحدة تنفرد بتوجيه أكثر من نصف تلك الميزانية إلى البحوث في المجالات الحربية. وعلى النقيض من ذلك.. ينفق الاتحاد الأوروبي 95% من ميزانيته للبحوث والتطوير في مجالات مدنيّة. وكل البلدان الأخرى ـ تقريبًا ـ التي تبلّغ منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بإفاداتها عن البحوث التي تقوم بها دَعَّمَت أعمال البحوث والتطوير المدنيّة بنسبة تجاوزت 90% في عام 2011.

ووفقًا للإفادات التي تصل إلى منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، تنقسم مجالات البحوث والتطوير المدنية إلى ثلاث فئات، هي: التنمية الاقتصادية في قطاعات معينة، مثل: الزراعة، والصناعة، والطاقة؛ ومجالات معيّنة تخدم أهدافًا محددة للصالح العام، بما في ذلك الصحة، والبيئة، والتعليم، والبرامج الاجتماعية، وبرامج الفضاء؛ ومجالات بحوث غير موجَّهَة أو أساسية، وتمويلات عامة للجامعات. قد يتوقع المرء اتجاه الحكومات نحو المجالات ذات الأثر الاقتصادي في زمن التقشف الحالي، لكنّ سجلات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية لا تُظْهِر تحولًا ملموسًا في المجالات التي طالما يركِّز عليها الإنفاق العام على البحوث.

خلال الفترة بين عامي 2006 و2012، قامت دولة واحدة فقط من الدول الـ19 بزيادة التمويل العلمي الذي يُنفق على أهداف اقتصادية بأكثر من 10%: أيرلندا (حيث كنتُ كبير المستشارين العلميين للحكومة في الفترة بين عامي 2007 و2012) زادت من هذا الإنفاق بنسبة 13% لدعم الابتكار والنمو والعمالة في قطاعي الزراعة والغذاء، والقطاعين البحري والصناعي. كما ارتفعت حصة قطاع الأعمال من إنفاقات البحوث والتطوير هناك بنسبة 43% بين عامي 2006 و2010، رغم أنه يصعب التمييز بين السبب والنتيجة في هذا الصدد.

استثمرت غالبية الدول ما بين 20% و30% من ميزانياتها للعلوم لعام 2011 في التنمية الاقتصادية. فقد استهدفت كوريا الجنوبية ـ وهي أكبر الدول المنفِقَة في هذا المجال ـ استثمار 50% من إنفاقها كجزء من مشارَكة هادفة وناجحة بين الحكومة والشركات الكبرى. كما أنفقت بلجيكا، وبعض دول أوروبا التي تم تحديث اقتصاداتها مؤخرًا، كفنلندا، وأيرلندا، أقل من 40% بقليل على التطوير الاقتصادي (انظر: «التحولات في الإنفاق على البحوث المدنيّة»). وفي التسعينات، شقت فنلندا طريقها إلى الانتعاش الاقتصادي، عن طريق زيادة الاستثمار العام في مجال البحوث والتطوير. وعلى الرغم من العقبات التي تواجه شركة الاتصالات الفنلندية «نوكيا»، فقد صمدت فنلندا أمام موجة الركود الاقتصادي الحالية بشكل أفضل من معظم البلدان الأخرى.

«يُنفق قطاعا الصناعة والأعمال ضعف ما تنفقه الحكومات على مجالات البحوث والتطوير».

من الدول التي تنخفض فيها نسبيًّا حصة الاستثمار في التنمية الاقتصادية: الولايات المتحدة (حيث بلغت 11% في 2012)، والمملكة المتحدة (8%)، مع حصص كبيرة موجَّهَة إلى الجامعات، والبحوث والتطوير في المجالات الحربية.

يختلف نهج الإنفاق في كلٍّ من الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي اختلافًا جذريًّا.. فبينما يخصص الاتحاد الأوروبي (آخذين في الاعتبار إنفاق كل بلد على حدة، بالإضافة إلى الإنفاق الأوروبي المركزي) أكثر من نصف إجمالي ميزانية البحوث والتطوير المدنيّة على البحوث غير الموجَّهة، وعلى التمويل العام الجامعات، فإنّ معظم ميزانية البحوث ◄

التحولات في الإنفاق على البحوث المدنيّة

ركّزت بلدان بعينها ـ من بينها كوريا الجنوبية، وأيرلندا، وفنلندا ـ استثماراتها في أعمال البحوث والتطوير المدنيّة على التنمية الاقتصادية، في مجالات مثل: الطاقة، والصناعة.

كوريا الجنوبية
بلجيكا
أيرلندا
فنلندا
كندا
أستراليا
إيطاليا
اليابان
إسبانيا
ألمانيا
النروج
النمسا
هولندا
فرنسا
الدنمارك
البرتغال
السويد
الولايات المتحدة
المملكة المتحدة
الاتحاد الأوروبي

ساعد الاستثمار من خلال المشاركة بين الحكومة والشركات الكبرى

توجيه إسهامات كبيرة إلى الجامعات وإلى المجالات الحربية كبديل

2001
2011

0 10 20 30 40 50 60

النسبة المئوية للإنفاق على أعمال البحوث والتطوير المدنية التي تُوَجَّه إلى مجالات اقتصادية

والتطوير المدنيّة في الولايات المتحدة (73%) تذهب إلى برامج الصحة، والبيئة (انظر: «أولويات مختلفة»).

وفي الولايات المتحدة، يأتي كل التمويل العام للبحوث والتطوير مباشرة من العاصمة واشنطن. وهذا النظام المركزي من شأنه أن يضمن نطاق وعمق واستمرارية البرامج. أما هيكل التمويل الأوروبي الأكثر انتشارًا، فيمكن أن يؤدي إلى التكرار، لكن اعتبارات المنافسة والتنوع يمكن أن تساعد على انتشار الأفكار المبتكرة. ويتم توجيه 7% فقط من استثمارات الاتحاد الأوروبي في البحوث عبر بروكسل، رغم أن هذه النسبة قد ترتفع إلى 10% في إطار «أفق 2020» Horizon 2020، وهو الاسم الذي أُطلق على دورة تمويل البحوث والابتكارات المقبلة للاتحاد الأوروبي، التي سيتم تنفيذها في الفترة ما بين عامي 2014 و2020.

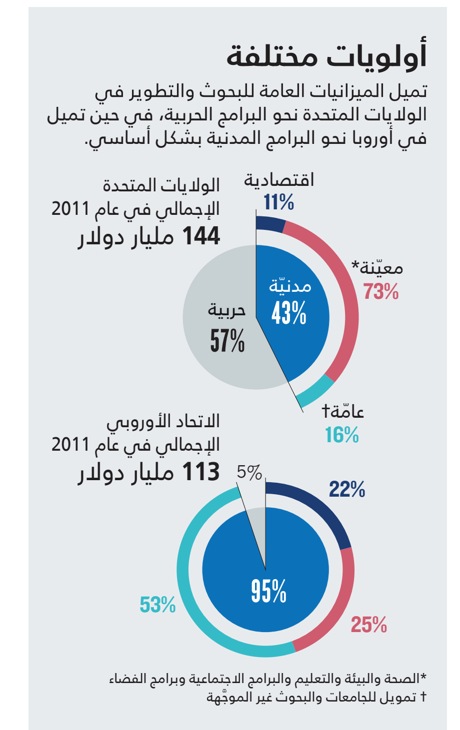
لم يتغير مستوى الإنفاق العام لكلٍّ من الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي في مجال البحوث والتطوير كثيرًا في العقد الماضي، ولا يزال من المبكر جدًّا الحكم على تأثير الارتفاع المفاجئ بـ20 مليار دولار من الإنفاق الحكومي في مجال البحوث والتطوير بالولايات المتحدة في عام 2009 (ارتفاع بنسبة 14%). ففي عام 2000 أطلق الاتحاد الأوروبي استراتيجية لشبونة التي كانت تطمح إلى إنفاق 3% من الناتج المحلي الإجمالي بواسطة القطاعين العام والخاص معًا على أعمال البحوث والتطوير بحلول عام 2010، وقد نجحت في تحقيق ذلك ثلاث دول فقط، هي فنلندا، والسويد، والدنمارك. أما بالنسبة إلى الاتحاد الأوروبي ككل، فلا يزال الرقم دون الـ2%. وفيما يتعلق بنسبتها الأقل قليلًا من 0.7%، فإن نسبة الاستثمارات العامة لا تزال أقل بكثير من الهدف الذي وضعته استراتيجية لشبونة، وهو 1%.

يمثل تقييم آثار جهود البحوث والتطوير تحديًا، لأنه قد يظل غير ملموس لسنوات عدة بعد نشر البحوث، ومن الصعب تحديد إسهامات الجهات المتعددة فيما تَحَقَّق من نتائج مشتركة. تكمن التحديات الرئيسة في توضيح الجداول الزمنية المستخدَمة، وتقييم المفاضلات، وتضافر الجهود بين المدخلات والمخرجات، والتفاعلات مع التطورات الموازية في بلدان أخرى وفي قطاع الأعمال.

هناك حاجة إلى تطوير نماذج ومقاييس أفضل؛ لقياس المدخلات والمخرجات، ونِسَب تقدُّم الاقتصاد القائم على المعرفة. وقد كانت مبادرة علم سياسات العلوم بالولايات المتحدة[2] (انظر: scienceofsciencepolicy.net)، التي أطلقها جون ماربرجر[3] ـ الفيزيائي والمستشار العلمي للرئيس الأمريكي عام 2005 ـ بمثابة خطوة أولى على هذا الطريق. وقد مُنح ما يقرب من مئة وخمسين

أولويات مختلفة

تميل الميزانيات العامة للبحوث والتطوير في الولايات المتحدة نحو البرامج الحربية، في حين تميل في أوروبا نحو البرامج المدنية بشكل أساسي.



*الصحة والبيئة والتعليم والبرامج الاجتماعية وبرامج الفضاء
† تمويل للجامعات والبحوث غير الموجّهة

عقدًا للبحوث لتحليل الهياكل الاجتماعية والإدارية للبرامج البحثية، وصِلاتها بقطاعات المجتمع المختلفة، غير أن التركيز في الولايات المتحدة ينصَبّ على هياكلها المركزية.

تحديد الأولويّات

تُعَدّ أوروبا متخلِّفةً في تحليل سياسات العلوم، حيث يحتاج الأمر إلى فهمٍ ما يتدفق من العديد من استثمارات وطنية أصغر. وقد خدمت البيانات التي جمعتها منظّمتا التعاون الاقتصادي والتنمية OECD، و«يوروستات» دراسات عبر البلدان الأوروبية المختلفة، مثل لوحة نتائج الابتكار في الاتحاد[4]، التي جمعت 25 مؤشرًا في معيار موحّد للابتكار. هذا.. وتفتقر أيضًا دول مثل الصين، واليابان، وكوريا الجنوبية، وتايوان إلى برامج كبيرة لتحليل سياسات العلوم.

في هذا الوقت من الركود الاقتصادي، عندما يُطلب من دافعي الضرائب استثمار أموالهم التي اكتسبوها بشق الأنفس من أجل الصالح العام، تحتاج كل الحكومات إلى إعادة تقييم أهداف ميزانياتها للبحوث والتطوير، إذ ينبغي على كل بلد أن يحدِّد أولويّاته. وتجارب أيرلندا وفنلندا تشير إلى أنه يمكن تحقيق الكثير من خلال الاستثمار بشكل محدَّد من أجل التنمية الاقتصادية، حيث يمكن أن تظهر الفوائد للعيان في غضون بضع سنوات. أما منافع أبحاث المجالات الحربية، فيتطلب الأمر حوارًا بشأنها.

هناك حاجة إلى رفع مستوى تمويل البحوث والتطوير في جميع المجالات، وينبغي على حكومات الاتحاد الأوروبي تجديد التزامها بتحقيق هدف استراتيجية لشبونة، وزيادة التمويل العام للبحوث والتطوير لديها إلى 1% من الناتج المحلي الإجمالي في أقرب وقت ممكن. وينبغي أن يتبع ذلك تشجيع القطاع الخاص على المشاركة في التمويل، كما حدث في أيرلندا.

هناك حاجة أيضًا إلى نماذج اقتصادية أفضل لفَهْم الآثار المترتبة على الاستثمارات في مختلف المجالات. ويمكن أنْ تتبع تلك النماذج إطار العمل المحدد في تقريرين للبنك الدولي[5,6] يأخذان في الاعتبار الموارد الطبيعية، والسلع والخدمات المنتجة، والقيم الاجتماعية والفكرية غير الملموسة، وذلك بالقياس على ثلاثية «الأرض، والعمل، ورأس المال» للاقتصادي آدم سميث، حيث يتم قياس العامِلَين الأوّلَين بسهولة. أما العامل الأخير، فيصعب تقييمه، لكنه يشكِّل أغلب الثروة في المجتمعات المتقدمة.

في هذه الأثناء، تُعَدّ زيادة الناتج المحلي الإجمالي هدفًا معقولًا للاستثمار في البحوث والتطوير. ورغم أن ذلك لن يحقِّق كل الفوائد التي يطمح إليها المجتمع، فإنه يرتبط بشكل وثيق بمعايير أوسع، مثل مؤشر التنمية البشرية، ومؤشر الرضا عن الحياة. وبالتالي، فإن الناتج المحلي الإجمالي ليس هدفًا في حد ذاته، لكنه يساعد على تحقيق أهداف متعددة أخرى.

لِفَهْم الروابط بين الاستثمار في البحوث والتطوير، والاستفادة المجتمعية، ينبغي تطوير مجال «علم سياسات العلوم». إن البرامج الوطنية الـ28 للاتحاد الأوروبي تستحق الاهتمام، لأنها تشكِّل تجربةً قائمة في بناء اقتصاديات المعرفة. وهناك حاجة إلى سلسلة من ورشات العمل، ودعوات البحوث المشتركة إلى جلب العلماء والاقتصاديين معًا لدراسة آثار ذلك.

إنّ أوروبا سوف تستفيد من تجميع خبراتها المتنوعة للحصول على قيمة أفضل من وراء ما يزيد على 90%

SOURCE: OECD

SOURCE: OECD

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من نفقاتها على أعمال البحث والتطوير التي ترتبط مباشرة بميزانياتها الوطنية. وعَبْر تعزيز الروابط بين الباحثين والمؤسسات ـ ربما من خلال مبادرة البرمجة المشتركة عبر الاتحاد الأوروبي ـ وسوف تجني دول الاتحاد الأوروبي من مبادرة «أفق 2020» ما يفوق الإسهامات المالية التي تقدِّمها.

هذا.. ويتم استثمار معظم الميزانية العامة للعلوم في البشر. ومعظم الأبحاث يقوم بها علماء شباب، يواصلون حركتهم لنشر معارفهم ومهاراتهم في جميع المناحي الاقتصادية. ولذلك.. على الحكومات أن تَعِي أن أعمال البحوث والتطوير هي الدافع لتحقيق الرفاهية والأمن والازدهار في المستقبل. ■

باتريك كانينجهام أستاذ علم الوراثة في الحيوانات بجامعة ترينيتي كوليدج في دبلن، أيرلندا. في الفترة بين عامي 2007 و2012 شغل منصب كبير المستشارين العلميين للحكومة الأيرلندية.
البريد الإلكتروني: epcnnghm@tcd.ie

1. Mazzucato, M. *The Entrepreneurial State* (Anthem, 2013).
2. Lane, J. *Nature* **464,** 488–489 (2010).
3. Marburger, J. H. *Science* **308,** 1087 (2005).
4. European Commission. *Innovation Union Scoreboard 2013* (EC, 2013); available at http://go.nature.com/sxvo7d.
5. World Bank. *Where is the Wealth of Nations?* (World Bank, 2006); available at http://go.nature.com/xr2iju.
6. World Bank. *The Changing Wealth of Nations* (World Bank, 2011); available at http://go.nature.com/n3j3sj.

اقتباسات مفتوحة

«فلتكن بيانات الاقتباسات الببليوجرافية متاحة بِحُرِّيَّة مجانًا؛ وستتدفق ـ على أثر ذلك ـ فوائد كبيرة»

ديفيد شوتون، مدير مَكْنز الاقتباس المفتوح.

LYNEA/SHUTTERSTOCK

عندما انطلقت هيذر بيفوڤار في مايو 2012 لبحث ما إذا كانت إتاحة بيانات الأبحاث للجمهور تزيد معدل الاقتباسات في المقالات[1]، لم تتوقع صعوبات. بيفوڤار هي واحدة من مؤسسي «إمباكت ستوري» ImpactStory[2]، وتعيش في فانكوفر بكندا، وكانت آنذاك باحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة بجامعة ديوك في شمال كارولاينا. كانت الباحثة تفتقد حق الوصول إلى سكوبَس Scopus، قاعدة بيانات الناشر «إلسفيير» Elsevier الأكاديمية، لكنها ـ في نهاية المطاف ـ تمكنت من الوصول عبر اتفاقية عمل بحثي مع مكتبة العلوم الوطنية بكندا، لكن ذلك اقتضى أخْذ بصماتها؛ لاستصدار شهادة بنقاء سجلها الجنائي من الشرطة، لأنها أقامت في الولايات المتحدة. «لقد



أهدرت أيامًا في محاولة للوصول إلى بيانات الاقتباس المطلوبة لدراستي» هكذا تحدثت بيفوڤار إليَّ «كانت المسألة سخيفة تمامًا». احتاجت الباحثة إلى تحليل أعداد الاقتباسات لعشرة آلاف مقال، لكن المصدر الرئيس الآخر للاقتباسات ـ شبكة تومسون رويترز للعلوم ـ لم يكن يستخدم ترقيم قاعدة بيانات بِبْ مِد PubMed الفريد المعرِّف للمقالات فور الاستجابة لاستعلامات الباحثين حول الاقتباسات. تقول الباحثة: «لو كانت هناك بيانات اقتباسات ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مفتوحة؛ لكتبُ نَصِّي الخاص!».

ستيفن جرينبرج، طبيب الأعصاب بكلية طب جامعة هارفارد في بوسطن بماساتشوستس، له خبرة مماثلة لخبرة الباحثة پيفوڤار، فقد عمل على كشف كيفية تحويل الفرضِيّات إلى «حقائق» ببساطة بواسطة الاقتباس المتكرر[3]. كان على جرينبرج أن يبني ويحلل يدويًّا شبكة اقتباسات ـ وثيقة الصلة بفرضية محددة ـ تتكون من 242 ورقة بحثية، و675 اقتباسًا، و220,553 مسار اقتباس متميزًا. ولو كانت بيانات الاقتباس هذه متاحة الوصول إليها عبر الإنترنت؛ لأمكنه توفير جهد كبير. فالعمل البحثي حاليًا يعاني من الصعوبة البالغة للوصول إلى بيانات الاقتباس.

في عصر الوصول المتاح للبيانات عبر الإنترنت، من المُشِين ألّا تكون قوائم المراجع بمقالات الدوريّات العلمية متيسرة ومتاحة لاستخدام العلماء والباحثين بحُرِّيَّة، فهي عناصر أساسية للتواصل الأكاديمي، تسمح بأنْ يُنْسَب الإنجاز إلى أهله، وتدعم تكامل مشروعات البحثية المستقلة.

لتدارك هذا الأمر، ينبغي الإقرار بأن بيانات الاقتباس هي من الأمور التي يجب أن تكون مشاعة ـ الأعمال المتاحة قانونيًّا ومجانًا للمشاركة العامة ـ ويجب أنْ تُوضَع في مستودع مفتوح. ولتحقيق ذلك.. قُدِّ في عام 2010 مشروعًا مموَّلًا بمنحتَين صغيرتَين بإجمالي 132 ألف جنيه استرليني (212 ألف دولار) من منظمة «جيسك» Jisc (www.jisc.ac.uk) ـ منظمة بريطانية لتمويل أبحاث وتطوير تكنولوجيا المعلومات ـ لإقامة وتطوير «مكْنز الاقتباس المفتوح» OCC. وهذا المكْنز مستودع وليد لبيانات الاقتباس العلمي المفتوح، يسعى لتمويل مستدام؛ ليصبح حجر الزاوية لِبنْيَة البحث الرقمي التحتية الدّاعِمة للمشروع الأكاديمي.

متجر مغلق

رغم تطوير مقاييس بديلة للتأثير والتقدير[4]، تبقى الاقتباسات المباشرة حجر الأساس كمؤشر لأهمية مخرجات ونتائج الأبحاث. وينطوي تواصل العلماء على تدفق المعلومات والأفكار من خلال شبكة الاقتباسات. وتحليل تغيرات هذه الشبكة بمرور الوقت يفصح عن أنماط التواصل بين العلماء والباحثين، وتطور وانحسار التخصصات الأكاديمية. هذه المعلومات محوريّة في المشروع العلمي، وهي أساسية أيضًا عند صناعة القرار حول الاستثمار في الأبحاث واستراتيجيته، لتيسير الابتكار وتعزيز النمو والازدهار، خاصة في ضوء تزايد الطبيعة الدولية لمشروعات التعاون البحثي[5].

أكثر مصادر بيانات الاقتباس العلمي وُثُوقًا فيها هو «شبكة تومسون رويترز للعلوم» Thomson Reuters Web of Science، التي نَمَتْ من فهرس اقتباس علمي أنشأه العالِم الأمريكي يوجين جارفيلد في عام 1964، ونشره في الأصل معهد المعلومات العلمية (ISI). هناك منافِس تجاري رئيس لهذه الشبكة، يتمثل في خدمة «سكوبس» Scopus من الناشر «إلسفير» Elsevier، التي انطلقت في عام 2004. وكلٌّ من شبكة

حرية المعلومات

بيانات الاقتباس الببليوجرافي متاحة بحُرِّيّة ومجانًا من حوالي 4% من أدبيّات العالم العلمية المنشورة

204,637
مقالًا في مجموعة الوصول المفتوح الفرعية لقاعدة بيانات النشر الطبي المركزي PubMed Central، ومنها بيانات الاقتباس المتاحة لدى مكْنز الاقتباس المفتوح

468,805
مقالات جديدة في مجموعة الوصول المفتوح الفرعية لقاعدة بيانات النشر الطبي المركزي، ومنها تضاف المراجع إلى مكْنز الاقتباس المفتوح

881,216
مقالًا إلكترونيًّا منشورًا في خادم أركسيف arXiv قبل طباعتها ورقيًّا، وتضاف مَرَاجِعها إلى مكْنز الاقتباس المفتوح

Unquantified overlap

1,242,041
مقالًا في قاعدة بيانات سايت سير إكس CiteSeerX، ومعلومات الاقتباس بها متاحة

545,641
مقالًا في قاعدة بيانات سايتِك CiteEc، ومعلومات الاقتباس بها متاحة

~2,130,000
مقال بقيت في قاعدة بيانات پَبْ مِد PubMed Central، مع إمكان إتاحة مَرَاجِعها

~50,000,000
إجمالي مقالات الدوريات العلمية والكتب التي يمكن استخراج بيانات المراجع الببليوجرافية منها

«تومسون رويترز» وخدمة «سكوبس» تغطي نطاقًا واسعًا من الأدبيّات والدوريّات العلمية المعتبرة، لكنْ لأنّ كلًّا منهما لا تُعَدّ مصدرًا كاملًا، فكلتاهما معًا ـ بوجه عام ـ متكاملتان[6].

للوصول إلى هذين المصدرين، تدفع كل جامعة من جامعات الأبحاث البريطانية عشرات الآلاف من الجنيهات الاسترلينية سنويًّا[6]، وتكاليف إجمالية مكافئة تتحملها مؤسسات البلاد المتطورة الأخرى. وتُعتبر قيمة هذه الاشتراكات الحقيقية من أسرار الصناعة المحميّة تمامًا، ويتقيد أمناء مكتبات الجامعات التي تدفع هذه الرسوم بشرط السِّرِّيَّة المتفَق عليه، الذي يَحُول دون الإفصاح عنها. تضر هذه التكلفة المرتفعة بشدة جميع العاملين خارج تلك الجامعات الثرية، ومن بينهم معظم مؤسسات الأعمال، والجمهور العام. مصادر معلومات الاقتباس المهمة الأخرى تديرها أيضًا شركات تجارية، لكن الوصول إليها متاح بدون اشتراكات، منها: «جوجل سكولار» Google Scholar، و«مايكروسوفت أكادِمِك سِيرْش» Microsoft Academic Search، وقد انطلقا في عامي 2004، و2009 على الترتيب. يفوق «جوجل سكولار» المصادر الأخرى في سعة التغطية، لأنه يشمل الكتب، والأطروحات الجامعية، والمنشورات إلكترونيًّا قبل الطباعة، والتقارير التقنية، والأدبيات الأخرى «الرمادية» غير المُحَكَّمة.

تفرض جميع هذه المصادر قيودًا على رخص الاستخدام، وتمنع إعادة نشر بيانات الاقتباس المستقاة منها. ولهذا السبب.. نادرًا ما يتاح للأوراق البحثية في مجال القياسات المكتبية (Bibliometrics) ـ دراسة وقياس المراجع ـ نشر بيانات الاقتباس التي بُنِيت عليها النتائج؛ مما يعرقل تكرار استخدام البيانات والتحقق من صحة النتائج وفوائد البيانات المفتوحة الأخرى.

والأسوأ من ذلك أن بيانات الاقتباس المتاحة ليست دقيقة، فسجل الاقتباس من أعمالي يختلف جدًّا عما بين «شبكة تومسون رويترز للعلوم»، و«إلسفير سكوبس»، و«جوجل سكولار»، و«مايكروسوفت أكادِمِك سِيرْش». على سبيل المثال.. هناك ورقة بحث[7] شاركتُ في تأليفها في عام 2009 حول «النشر الدّلالي»، عدد مرات اقتباسها المرصودة بقواعد بيانات المصادر الأربعة: 22، 37، 88، 16؛ على الترتيب، لكن أيها أجدر بالثقة؟ المقلق أكثر أن هناك ورقة أخرى أسبق نشرًا[8] حول «تصوير البروتين بلوريًّا» لها ثلاثة مداخل مختلفة بقاعدة بيانات «شبكة تومسون رويترز للعلوم»، وتبلغ اقتباساتها 59، 19، 0. ومن وجهة نظري، ذلك يدعو إلى التساؤل حول وُثُوق عامل تأثير «تومسون رويترز»، الذي يُحسَب بناءً على هذه التعدادات.

حــل

مكْنز الاقتباس المفتوح (OCC) هو مستودع مفتوح لبيانات الاقتباس العلمي ـ متاح تحت بند البيانات الإبداعية المُشاعَة، المُسَخَّرة للمجال العام ـ يسعى لتحسين أمور بيانات الاقتباس العلمي. ويهدف المكْنز إلى تقديم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيانات اقتباس دقيقة، يستطيع آخرون البناء عليها وتعزيزها، وتكرار استخدامها لأي غرض، بدون قيود قانون حقوق الطبع والنشر أو قواعد البيانات.

لقد بدأنا بناء مكْنز الاقتباس المفتوح في أواسط عام 2010، وأطلقنا نسخته الأولى في أواسط 2011. وقد أتاح هذا النموذج الأولي وصولًا مفتوحًا إلى قوائم المراجع من 204,637 مقالًا كانت تُكَوِّن آنذاك مجموعة الوصول المفتوح الفرعية (OA-PMC) لقاعدة بيانات النشر الطبي المركزي PubMed Central، المحتوية على 6,325,178 مرجعًا مفردًا في 3,373,961 ورقة بحث مستقلة. ورغم بدايته الصغيرة، يحتوي المكْنز على مراجع لحوالي 20% من الأدبيات الحيوية والطبية المفهرسة في قاعدة بيانات پبْ مِد PubMed التي نُشرت بين عامي 1950 و2010، ومنها كافة الأوراق المقتبَسة كثيرًا بكل مجال حيوي طبي. والمكْنز متاح على http://opencitations.net، وهو مُهَيْكَل بنيويًّا لتمكين المعلومات للتكامل بسهولة مع معلومات مماثلة من أماكن أخرى، والبيانات فيه مرمَّزة كبيانات مفتوحة مترابطة باستخدام أنطولوجيّات (التمثيل المعرفي) للفهرسة والنشر الدِّلالي (SPAR)[9] وأحدث معايير الشبكات الدِّلاليّة.

«من الناحية المثالية.. ستأتي المَرَاجِع مباشرة من الناشرين وقت نشر المقال».

هناك موارد مفتوحة أخرى لبيانات الاقتباس، بينها موردان رئيسان: أحدهما «سايت سير إكس» CiteSeerX، وموقعه (citeseerx.ist.psu.edu)، ويحتوي على حوالي 13.5 مليون مرجع من 1,242,041 مقالًا، معظمها في علوم الحاسوب؛ والآخر «سايتِك» CitEc، وموقعه (Citations in Economics; citec.repec.org)، ويحتوي على 13,500,000 مرجع من 545,641 وثيقة. وإجمالًا، هذه الموارد مع المكْنز لديها مراجع لـ1.98 مليون مقال، أي 4% من إجمالي المقالات المنشورة، المقدَّرة بخمسين مليون مقال (انظر: «حرية المعلومات»).

نقوم حاليًا بمراجعة نموذج بيانات مكْنز الاقتباس المفتوح؛ لتحسين البِنْيَة التحتيّة المضيفة، وتوسيع نطاق التغطية، وذلك بتحديث محتويات قاعدة بيانات الوصول المفتوح (OA-PMC) التي تضاعفت منذ استيعاب أول مجموعة إلى 672,442 مقالًا، وباستيعاب بيانات اقتباس من 881,216 مقالًا منشورًا إلكترونيًّا بخادم أركسيف arXiv قبل الطبع، وبذلك تضاف بيانات اقتباس في الرياضيات والعلوم «الصعبة»؛ لتوسيع نطاق التغطية الطبية الحيوية ابتداءً. وفي المستقبل، سيشمل العمل الاندماج مع قاعدة بيانات «سايت سير إكس»، وحصد مراجع البيانات الواردة إلى المقالات من خلال مستودع درياد Dryad الرقمي، واستخراج المراجع من أدبيّات التراث قبل الرقمي، الذي يقل تمثيله جدًّا في مستودعات بيانات الاقتباس الأخرى. وهذا ينطبق بشكل خاص على مجالات أدبيّات جيدة التنظيم ودائمة القيمة، يُذكَر منها علم الفلك، والتنوع البيولوجي، والتصنيف البيولوجي.

من الناحية المثالية، ستأتي المَراجع مباشرةً من الناشرين وقت نشر المقال. ويتعاطف معظم الناشرين مع فكرة وضع قوائم مَراجع المقالات خارج جدران رسوم الاشتراك في الدوريّات، كما يفعلون مع ملخصات المقالات الخاضعة لحقوق الطبع والنشر. وقد عقدنا بالفعل اتفاقيات مع عدة ناشرين لدوريات رئيسة؛ لترتيب روتين الحصول على بيانات المراجع. ومِثْل ناشري الوصول المفتوح، ومَراجع المصادر المفتوحة بحكم تعريفها، فإن ناشري دوريّات الوصول بالاشتراكات ـ ومنهم مجموعة «نيتشر» NPG للنشر، ومطبعة جامعة أكسفورد، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS)، وهي ناشر دوريّة «ساينس»، وجمعية النشر الملكية، ومطبعة بورتلاند، ومطبعة معهد تكنولوجيا ماساتشوستس (MIT)، ودار نشر «تايلور وفرانسيس» ـ سوف يوفِّرون كلهم مراجع المقالات من بعض أو جميع دورياتها. ويمثل هذا جزءًا صغيرًا ـ لكنه متنامٍ ـ من جميع مقالات الدوريّات المنشورة في عام واحد.

سوف تُحصَد المراجع مركزيًّا من «كروسْرِف» CrossRef، وهي المنظمة التي تقدم مُحَدِّدات الموجودات الرقمية (DOI) لمقالات الدوريّات، حيث يقدِّم إليها الناشرون بالفعل قوائم مراجع المقالات، كمشاركين في خدمة «الاقتباس بالترابط» CitedBy Linking؛ لربط الاقتباسات. والناشرون في حاجةٍ إلى تبيان موافقتهم ـ في البيانات الوصفية metadata ـ على فتح الوصول للمراجع (انظر: go.nature.com/x4pzta)، وإلا ستبقى المراجع محجوبةً. ولا يوجد شيء آخر مطلوب؛ فالأمر مباشر ومجاني.

الهدف طويل الأمد لمكْنز الاقتباس المفتوح هو استضافة معلومات الاقتباس لمعظم أدبيّات العالم العلمية في مجال الآداب، والعلوم الإنسانية، والعلوم العامة. وهذا يقتضي جهدًا تنظيميًّا كبيرًا، وتعزيز الابتكار التقني، على مستوى پبْ مِد، التي تديرها مكتبة الطب الوطنية الأمريكية.

موسم مفتوح

من الناحية المثالية.. يستضيف الناشرون بياناتهم البيبليوجرافية وبيانات الاقتباس (على مواقعهم)، اقتفاءً لمثال مجموعة «نيتشر» للنشر، وهي الشركة الأولى والوحيدة حاليًا التي أتاحت هذه المعلومات في صورة بيانات مفتوحة مترابطة Linked Open Data على: data.nature.com.

هناك فوائد أخرى تُجنى من جمع كافة هذه البيانات في مكْنز مفرد، فسوف يوفر مكْنز الاقتباس المفتوح وصولًا متكاملًا لبيانات الاقتباس من مصادر متنوعة، داخل وخارج مجال النشر العلمي التقليدي، مع بيانات أصلية واضحة. كما ستعرض البيانات علاقات الكيانات ببعضها البعض، واقتباسات بين مقال وآخر، وبين مقال وقاعدة بيانات، وبين قاعدة بيانات ومقال، وستفصح عن التأليف المشترك، وعضوية المؤلفين والممولين بالمؤسسات، والتمويل المشترك والعلاقات الدلالية بين المقالات، حيثما توفرت البيانات.

ولَدَى إتاحة بيانات الاقتباس بشكل مفتوح، سوف يكون من الممكن بناء خدمات تحليلية مفيدة، منها أدوات بحث وتَصَفُّح متعددة الأوجه، وخدمات التوصيات، وتحديد الاتجاهات، وتصوُّر الخط الزمني. بعض هذه الخدمات تم تطويرها بالفعل في النموذج الأوَّلِي. هذا.. وسوف تزداد منفعة مكْنز الاقتباس المفتوح في حساب قياسات الاقتباس بالطبع بشكل متناسب طرديًّا مع امتداد نطاق التغطية.

هناك خدمة أخرى، نعتقد أن لها فائدة خاصة للمؤلفين والمحرِّرين، وهي خدمة تصحيح أخطاء الإحالات المرجعية. فهناك حوالي 1% من الإحالات المرجعية بالأبحاث المنشورة تحتوي على أخطاء متفاوتة الأهمية، تتراوح بين الطفيفة ـ كاستبدال «بيتا أميليز» بـ«β–أميليز» في عنوان المرجع، أو حذف الحركات الصوتية في أسماء المؤلفين ـ والخطيرة، كَوُرُود أخطاء في أرقام سنة النشر، أو سنة طباعة المجلد، أو أرقام الصفحات، أو معرِّف الموجودات الرقمية (DOI). يستخدم مكْنز الاقتباس المفتوح بالفعل طرق تصحيح الاقتباس داخليًّا؛ لأهداف مرجعية يتكرر الاستشهاد بها، أو السجلات البيبليوجرافية التي يمكن الحصول عليها خارجيًّا. ويمكن لخدمة شبكية مماثِلة تكتشِف أخطاء قوائم المراجع المُحَمَّلَة أن تخفِّض جدًّا عدد الأخطاء في الأبحاث المنشورة.

ساعدونا

وماذا بعد؟ منذ أكثر من عقد بقليل، كان «مشروع الاقتباسات المفتوحة» Open Citations Project (opcit.eprints.org) ـ مشروع تعاون بين جامعة ساوثامبتُن ببريطانيا، وجامعة كورنيل الأمريكية في إثِكا بنيويورك، وخادم أركسيف arXiv لنشر الأبحاث إلكترونيًّا قبل طباعتها، الذي أُدِير بين عامي 1999 و2002 ـ قد تَبَنَّى الغاية نفسها تجاه بيانات الاقتباس المفتوحة. طَوَّر المشروع «قاعدة الاقتباس» Citebase ـ وهي قاعدة بيانات معلومات الاقتباس، وصفها مطوِّروها بأنها «جوهرة تاج مشروع الاقتباسات المفتوحة» ـ لكن محاولة الدخول إلى موقع هذا المشروع اليوم citebase.eprints.org تُوَصِّل إلى هذه الرسالة: «ليس هناك موقع حاليًا في هذا الرابط».

إنّ تحقيق الانتقال من مشروع أكاديمي واعد إلى خدمة عالمية قوية مستدامة أمرٌ بالغ الصعوبة. ولِيتجنّب مكْنز الاقتباس المفتوح مصير «قاعدة الاقتباس»، بل وينمو إلى أنْ يكون مصدرًا شاملًا لبيانات الاقتباسات المفتوحة حسنة التنظيم في خدمة المجتمع الأكاديمي بكامله عبر مختلف التخصصات، ويتمتع بثقة عالمية، يتطلب المكْنز أبطالًا ومديرين ومطوِّرين ومنظِّمين. كما يحتاج تعاونًا حقيقيًّا مع المشروعات المماثلة، وتدفقًا ماليًّا مستدامًا وكافيًا من الممولين، وأنصارًا ومستثمرين ملتزمين بتحقيق الخير الاجتماعي وليس العائد المالي، ودعمًا مباشرًا من مجتمع الناشرين، وتَبَنِّيًا للمشروع بواسطة مؤسسة كبرى، أو منظمة دولية.. فهل تستطيعون المساعدة؟ ■

ديفيد شوتون مدير مكْنز الاقتباس المفتوح، وزميل أبحاث بمركز أكسفورد للأبحاث الإلكترونية، جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: david.shotton@oerc.ox.ac.uk

1. Piwowar, H. A. & Vision, T. J. *PeerJ* **1,** e175 (2013).
2. Piwowar, H. *Nature* **493,** 159 (2013).
3. Greenberg, S. A. *Br. Med. J.* **339,** b2680 (2009).
4. Priem, J. *Nature* **495,** 437–440 (2013).
5. Adams, J. *Nature* **490,** 335–336 (2012).
6. Chadegani, A. A. *et al. Asian Social Sci.* **9,** 18–26 (2013).
7. Shotton, D., Portwin, K., Klyne, G. & Miles, A. *PLoS Comput. Biol.* **5,** e1000361 (2009).
8. Shotton, D. M., White, N. J. & Watson, H. C. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* **36,** 91–105 (1972).
9. Peroni, S. & Shotton, D. *Web Semant.* **17,** 33–34 (2012).

SERGIO MORAES/REUTERS

مِكَبّ نفايات جارديم جراماشو بمدينة ريو دي جانيرو البرازيلية ـ الممتلئ حاليًّا ـ يتلقى يوميًّا 10 آلاف طن من النفايات.

يجب وقْف نمو معدَّلات النفايات في هذا القرن

يحذِّر كلٌّ من **دانيال هورنويج**، و**بريناز بهادا-تاتا**، و**كريس كنيدي** من أنّ عجلة النمو السكاني والاستقرار الحضري ستتجاوز جهود خفض معدّلات النفايات، إنْ لم يكن هناك إجراء حاسم تجاه خفْض هذه المعدَّلات.

النفايات الصلبة ـ الأشياء التي نسقطها بمزلق القمامة في البنايات، أو تُهمَل بمواقع العمل، أو تُوضَع على الرصيف أسبوعيًّا ـ هي منتَج جانبي مذهل للحضارة. فالشخص الأمريكي المتوسط يرمي ما يعادل وزنه من القمامة شهريًّا. وعندما تؤدي إدارة النفايات عملها بصورة جيدة؛ فإن هذا الموضوع لا يشغلنا كثيرًا، إذ يكون بعيدًا عن أذهاننا، حيث يتم بسرعة في الغالب؛ فلا نلتفت إليه. تُجمَع المواد المهمَلة، وبعضها يعاد تدويره أو يصبح سمادًا، ومعظمها يُدفن بالمِكَبّات، أو يُحرَق؛ فيصبح رمادًا. لكنّ المشهد العالمي للنفايات يبدو مقلقًا.

في القرن الماضي، وبينما ازداد عدد سكان العالم، وأصبحوا أغنى وأكثر ميلًا إلى الحَضَر، تَضَاعَف إنتاج النفايات عشر مرات. وبحلول عام 2025، سوف يتضاعف إنتاج النفايات مرة أخرى[1]. لقد أصبح إنتاج القمامة أسرع من ملوِّثات البيئة الأخرى، بما فيها غازات الاحتباس الحراري، كما تملأ نفايات البلاستيك محيطات وأنهار العالم، مسبِّبَةً فيضانات في مدن العالم النامي. وإدارة النفايات الصلبة تشكِّل واحدةً من أكبر التكاليف بموازنة البلديات.

مشكلة النفايات أكثر حَدّة في المدن النامية.. فكُلّ مِكَبّ من مِكَبّات النفايات ـ مثل لاوجانغ في شنجهاي بالصين؛ وسودوكوون في سيئول بكوريا الجنوبية؛ وجارديم جراماشو (الممتلئ حاليًّا) في ريو دي جانيرو بالبرازيل؛ وبوردو بونيـينتي بمكسيكو سيتي ـ يتنافس على حيازة لقب أكبر مِكَبّ في العالم، إذ يتلقى كلٌّ منها أكثر من عشرة آلاف طن من النفايات يوميًّا. والمدن سريعة النمو ـ مثل شِنْزن في الصين ـ تضيف الكثير من النفايات إلى ما يزيد على ألفي محرقة نفايات موجودة في العالم. وأكبر المحارق تملك القدرة على حرق أكثر من خمسة آلاف طن يوميًّا، ولذا.. تتصاعد المخاوف حول التخلص من الرماد، وتلوث الهواء، وتكلفة كل ذلك.

وبزيادة ثراء سكان المدن، تصل كمية النفايات التي ينتجونها إلى حدّ معيّن، إذ تميل المجتمعات الثرية إلى الحدّ من كَمّ نفاياتها. وبارتفاع مستويات المعيشة حول العالم، وترسُّخ التجمعات السكانية الحَضَرية، سوف يبلغ إنتاج النفايات الصلبة ذروته عالميًّا، إلا أنه من الصعب التنبؤ بزمن حدوث ذلك، لكن بافتراض استمرار الأنماط الاجتماعية الاقتصادية الراهنة إلى 2100، من المتوقع ألّا تحدث «ذروة النفايات» خلال هذا القرن. وما لم نخفِّض من معدلات النمو السكاني واستهلاك المواد، سيحتم على الكوكب أن يتحمل أعباء متزايدة من النفايات.

مشكلة حضريّة

النفايات الصلبة في معظمها ظاهرة حَضَرية. ففي المناطق الريفية هناك منتجات معبَّأة (مغلَّفة) أقل، ونفايات طعام أقل، وتصنيع أقل؛ ولذلك.. ينتج ساكن المدينة من النفايات ضعف نظيره من سكان الريف. وإذا أخذنا في الاعتبار أنّ أهل الحضر عادةً أغنى؛ فستمثِّل نفاياتهم أربعة أضعاف نفايات أهل الأرياف.

ومع زيادة التحضُّر، تتصاعد عجلة إنتاج النفايات الصلبة. ففي عام 1900، كان سكان الحَضَر في العالم 220 مليون نسمة (13% من إجمالي سكان العالم وقتئذٍ)، وكانوا ينتجون أقل من 300 ألف طن يوميًّا من النفايات (كالأدوات المنزلية التالفة، والرماد، ونفايات الطعام، وأغلفة العبوات). وبحلول عام 2000، كان سكان المدن 2.9 مليار نسمة (49% من سكان العالم وقتئذٍ) وينتجون أكثر من ثلاثة ملايين طن من النفايات الصلبة يوميًّا. وفي عام 2025، يُتوقَّع أنْ يتضاعف إنتاج النفايات بما يكفي لملء خط من شاحنات القمامة، طوله 5000 كيلومتر يوميًّا.

وتمثِّل دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) مجتمعةً أكبر مولِّد للنفايات، إذ تنتج حوالي 1.75 مليون طن يوميًّا. ويُتوقَّع أن يزيد هذا المعدَّل حتى عام 2050، نظرًا إلى نمو سكان الحَضَر، ثم يُتوقَّع أنْ يتراجع ببطء، حين تدفع تطورات علم وتقنية المواد إلى إنتاج منتجات أصغر وأخف وزنًا، وأكفأ استخدامًا للموارد.

> «ستتواصل زيادة النفايات في المدن سريعة النمو في جنوب الصحراء الأفريقية».

هناك بلاد تنتج نفايات أكثر من غيرها.. فمتوسط إنتاج الفرد في اليابان من النفايات أقل من نظيره في الولايات المتحدة بمقدار الثُّلث، رغم تماثل متوسط الناتج المحلي العام (GDP) للفرد في البلدين. ويعود ذلك إلى العيش في كثافة سكانية أعلى، وإلى الأسعار المرتفعة، نتيجةً لوجود نسبة أكبر من الواردات، إلى جانب المعايير الثقافية في كلا البلدين. كما تزداد كميات النفايات على مستوى العالم في مواسم سنوية معينة، بنسبة تصل إلى 30%، حيث تزداد نفايات الطعام والبساتين ـ على سبيل المثال ـ وتتضاعف نفايات المنازل في الأسبوع التالي لعيد الميلاد (الكريسماس) في كندا.

ويُلاحَظ أنّ جهود خفض النفايات وتقليل استخدام المواد بـدول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية تقابلها اتجاهات مضادة في آسيا، خاصة في الصين. فإنتاج الصين من النفايات الصلبة يُتوقَّع أن يزداد من 520,550 طنًّا يوميًّا (مثلما كان في عام 2005) ليصل إلى 1.4 مليون طن يوميًّا في عام 2025. وشرق آسيا الآن هو أسرع أقاليم العالم إنتاجًا للنفايات. وهي سمة يُرجَّح أن تنتقل إلى جنوب آسيا (الهند في الأساس) بحلول عام 2025، ثم إلى جنوب الصحراء في أفريقيا بحلول عام 2050 تقريبًا.

وكلما أصبحت دولةٌ أغنى؛ تتغير مكونات نفاياتها.. فمع مزيد من المال؛ يأتي المزيد من البضائع المعبأة،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والواردات، والنفايات الإلكترونية، واللُّعَب، والأجهزة التالفة. ويمكن قياس ثراء إحدى الدول بسهولة، مثلًا، بكمية مهملاتها من الهواتف المحمولة. لذلك.. يمكن استخدام النفايات الصلبة كمؤشر لتأثير التحضُّر بيئيًّا. ويأتي معظم تأثير المادة من خلال إنتاجها واستخدامها، في حين تمثل إدارتها ومعالجتها كنفايات أقل من 5% من تأثيرها، ويشمل ذلك انبعاثات شاحنات جمع القمامة، ومِكَبّات النفايات والمحارق.

ذروة النفايات

يعتمد معدَّل زيادة توليد النفايات الصلبة على نمو سكان الحَضَر، ومستويات المعيشة المتوقَّعة، والاستجابات البشرية. ففي عام 2012، قام اثنان منا (دانيال، وپـريناز) بإعداد تقرير البنك الدولي: (يا له من إهدار) What a Waste[1]، وقدَّر التقرير أنّ توليد النفايات الصلبة سيرتفع من أكثر من 3.5 مليون طن يوميًّا في 2010 إلى أكثر من 6 ملايين طن يوميًّا في عام 2025. هذه الأرقام المُدْرَجَة بالتقرير موثوق في حسابها نسبيًّا، نظرًا إلى إمكان توقُّع عدد سكان الحَضَر ومتوسط الناتج المحلي الإجمالي للفرد بشكل جيد لعدة عقود.

مَدّ هذه التوقعات إلى عام 2100 ـ ضمن نطاق السيناريوهات المنشورة حول السكان والدخل ـ يُظْهِر أن أقصى مستوى عالمي للنفايات لن يحدث هذا القرن، إذا استمرت الاتجاهات الراهنة (انظر: «متى يبلغ إنتاج النفايات الذروة؟»). ورغم أن دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية سوف تصل إلى ذروة إنتاجها من النفايات في عام 2050، ودول آسيا وحوض الهادئ في عام 2075، إلا أن زيادة إنتاج النفايات ستستمر في المدن سريعة النمو بأفريقيا في جنوب الصحراء. وسيكون مسار التحضُّر بأفريقيا المحدِّد الرئيس لتاريخ وكثافة أقصى مستوى عالمي لإنتاج النفايات.[2]

وباستخدام توقعات سيناريو «العمل كالمعتاد» أي عدم تغيُّر الأحوال، تنبأنا أنه بحلول عام 2100 سيفوق إنتاج النفايات 11 مليون طن يوميًّا، أي أكثر من ثلاثة أضعاف المعدلات الراهنة. وبوجود مدن ذات تجمعات سكانية أصغر، وأكثر كثافة، وأكفأ في استخدام الموارد، وأقل استهلاكًا (بجانب ثراء أكبر)، يمكن أن يتقدم أوان ذروة النفايات لعام 2075، وتنخفض كثافتها بأكثر من 25%. وهذا سيقللها بحوالي 2.6 مليون طن يوميًّا.

تحويل وتصريف

كيف يمكن تحسين الحالة الراهنة؟ هناك الكثير الذي يمكن عمله محليًّا لخفض النفايات، وهناك بلدان ومدن تقود المسار. فقد حددت مدينة سان فرانسيسكو «تصفير النفايات Zero Waste» هدفًا لها (تصريف النفايات بخفضها وتدويرها بنسبة 100%) بحلول عام 2020؛ وحاليًّا يتم تدوير أو إعادة استخدام 55% من نفاياتها. ومدينة كاواساكي اليابانية حسّنت بالفعل عملياتها الصناعية لتصريف 565 ألف طن من نفاياتها المحتملة سنويًّا، وهو ما يفوق كافة النفايات البلدية التي تعالجها المدينة. وعمليات تبادل المواد وإعادة استخدامها تربط ما بين شركات الصلب والأسمنت والكيماويات والورق ضمن منظومة بيئية صناعية.[3]

حاولت كلٌّ من أمريكا الشمالية وأوروبا فرض رسوم تصريف النفايات، ووجدت أنه كلما زادت رسوم التصريف؛ قلّ توليد النفايات. هناك نهجٌ آخر لتوجيه الناس نحو تقليل الشراء بثرواتهم المتزايدة، وزيادة الإنفاق على نشاطات تجريبية تتطلب موارد أقل[4،5].

هناك حاجة إلى انتباه أكبر تجاه الاستهلاك وتحسين إدارة النفايات في الأقاليم سريعة التحضُّر بالبلاد النامية، خاصة في أفريقيا. ومن خلال زيادة التعليم والمساواة والتنمية المستهدفة، كما في سيناريو استدامة (التنمية) الذي قَيَّمْناه[6] (SSP1)، يمكن لسكان العالم الاستقرار عند 8 مليارات نسمة بحلول عام 2075، وكذلك سوف يستقر عدد سكان الحضر بعد ذلك بقليل. ومثل هذا المسار يعكس حراكًا نحو مجتمع بكثافة حضرية أكبر واستهلاك إجمالي أقل للمواد[7]. كذلك هناك حاجة إلى تطبيق واسع النطاق لـ«صناعة بيئية»، وهي تصميم منظومات صناعية وحضرية للحفاظ على المواد. وهذا يبدأ بدراسات[8] الأيض الحضري، أي تدفُّق المواد والطاقة في المدن.

خفْض نفايات الطعام والبساتين مهم أيضًا.. فمكونات النفايات هذه يُتوقَّع أن تبقى كبيرة. كذلك يسهم تشييد وإزالة المباني بنسبة كبيرة في الكتلة الموجَّهة للنفايات. ولذلك.. صياغة استراتيجيات تعظِّم استخدام المواد الموجودة في تشييد المشروعات الجديدة ستؤدي إلى نتائج مهمة.

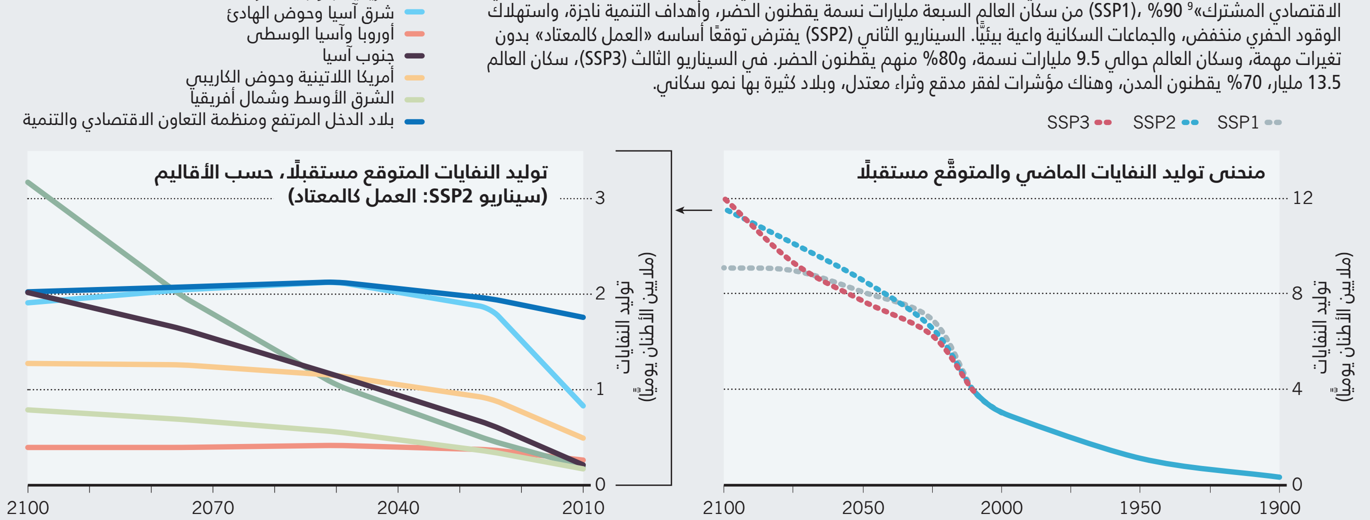
يعاني الكوكب بالفعل من تأثيرات النفايات الراهنة، ونحن في طريقنا إلى ما يزيد عن ثلاثة أضعاف الكميات. ومن خلال التحرك نحو استقرار أو تناقص السكان، ومدن أكثر كثافة وأفضل إدارة وأقل استهلاكًا للموارد، وعدالة واستخدام أوسع للتقنية؛ نستطيع التعجيل بالوصول إلى ذروة النفايات، وبدء خفْضها. وسوف تكون الفوائد البيئية والاقتصادية والاجتماعية هائلة. ■

دانيال هورنويج أستاذ أنظمة الطاقة بمعهد تقنية جامعة أونتاريو في أوشاوا، كندا. **پريناز بهادا-تاتا** استشاري إدارة ومعالجة النفايات الصلبة في دبي، الإمارات العربية المتحدة. **كريس كنيدي** أستاذ الهندسة المدنية بجامعة تورنتو، كندا.
البريد الإلكتروني: daniel.hoornweg@uoit.ca

1. Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management* (World Bank, 2012).
2. Dyson, B. & Chang, N. *Waste Mgmt* **25,** 669–679 (2005).
3. Van Berkel, R., Fujita, T., Hashimoto, S. & Fujii, M. *Environ. Sci. Technol.* **43,** 1271–1281 (2009).
4. Ausubel, J. H. & Waggoner, P. E. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105,** 12774–12779 (2008).
5. Eriksson, O. *et al. J. Cleaner Prod.* **13,** 241–252 (2005).
6. Kriegler, E. *Glob. Environ. Change* **22,** 807–822 (2012).
7. International Solid Waste Association. *Globalization and Waste Management* (2012).
8. Kennedy, C. A. & Hoornweg, D. *J. Indust. Ecol.* **16,** 780–782 (2012).
9. International Institute for Applied Systems Analysis. *SSP Database* (2012); available at go.nature.com/lwp7x1.

متى يبلغ إنتاج النفايات ذروته؟

ثلاثة توقعات لتوليد النفايات حتى 2100، تشي بثلاثة سيناريوهات مستقبلية مختلفة. في السيناريو الأول لـ«المسار الاجتماعي الاقتصادي المشترك»[9] (SSP1)، 90% من سكان العالم السبعة مليارات نسمة يقطنون الحضر، وأهداف التنمية ناجزة، واستهلاك الوقود الحفري منخفض، والجماعات السكانية واعية بيئيًّا. السيناريو الثاني (SSP2) يفترض توقعًا أساسه «العمل كالمعتاد» بدون تغيرات مهمة، وسكان العالم حوالي 9.5 مليارات نسمة، و80% منهم يقطنون الحضر. في السيناريو الثالث (SSP3)، سكان العالم 13.5 مليار، 70% يقطنون المدن، وهناك مؤشرات لفقر مدقع وثراء معتدل، وبلاد كثيرة بها نمو سكاني.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



JEFF GILBERT/ALAMY

يمثل التحكم في تدفق الأشخاص الذين يدخلون أراضي الدولة عنصرًا أساسيًّا من سياسة الهجرة.

الهجرة

الحـــدود التي يـــسهل اختـــراقهـــا

ل. ألان وينترز يقيِّم دعوة لنقاشٍ مستنِد إلى الأدلة بشأن الهجرة الدولية.

في كتابه «الهجرة الجماعية» *Exodus*، يهدف بول كُولْيَر إلى بدء نقاش يستند إلى أدلة حول الهجرة الدولية وفضح التحيزات ـ وخاصة تلك السائدة بين فئة «المفكرين الليبراليين» - التي تجعل مثل هذا النقاش ـ حسب قوله ـ أمرًا محرمًا. ففي جميع أنحاء العالم، يعيش حوالي 3% من الناس في بلد مختلف عن الذي ولدوا فيه، ولكن في إنجلترا وويلز ـ على سبيل المثال ـ تبلغ هذه النسبة 13%، وهي آخذة في الارتفاع. يقول كُولْيَر إن النخب الليبرالية تتجاهل عمدًا وجهات نظر المواطنين العاديين، الذين يعتقدون أن تدفق المهاجرين بهذا الشكل يمكن أن يقوِّض المجتمع والاقتصاد. يقدم كُولْيَر إطارًا تحليليًّا للتعامل مع موضوع الهجرة، ويستعرض بعض الأدلة، ويحدد التحيزات الفكرية المفترضة، ويقدم استنتاجات فيما يتعلق بالسياسات.

يعرض كُولْيَر العديد من النقاط القوية والمثيرة للتفكير، التي قد يتفق علماء الهجرة ـ في الغالب ـ مع تحليله بشأنها، غير أن مساهمته في النقاش أضعفتها زلّات هنا وهناك في الاتساق، والاستشهاد بالمراجع، والتسامح مع وجهات النظر المعارِضة (بما في ذلك وجهات نظري). فعلى سبيل المثال.. يرى كُولْيَر أن السؤال المهم سياسيًّا الآن لا يتعلق بما إذا كانت الهجرة جيدة أم سيئة، ولكن يتعلق بما إذا كان المزيد منها يُعَدّ أمرًا مرغوبًا فيه، أم لا. ومع ذلك.. فإن معظم الاقتصاديين يستخدمون المنطق نفسه، وكُولْيَر نفسه ينزلق بشكل دوري إلى طرفي النقيض.. فعلى سبيل المثال.. يكتب كُولْيَر موضحًا أن «الالتزام بمساعدة الفقراء لا يمكن أن ينطوي على التزام معمَّم بالسماح بحرية الناس في الانتقال». من الذي قال إنه ينطوي على ذلك؟ وفي إشارة إلى الجدل الدائر حول الهجرة، يتوقع كُولْيَر أن «يقف الأوصياء على المعتقدات القديمة جاهزين بِفَتَاواهم». لا شك أن النقاش سيكون أفضل بدون فتاوى، سواءً أكانت متَّبَعَة، أم متصوَّرة.

فيما يتعلق بالبلدان المضيفة، يدعي كُولْيَر أن الفوائد الاقتصادية للهجرة ضئيلة، بينما التكاليف الاجتماعية المحتمَلة كبيرة. ويجادل بشكل مقنع بأنه عندما يستقبل مجتمعٌ ما الكثيرَ من الوافدين، فإن الثقة تتآكل؛ مما يقوِّض توفر السلع العامة، بما في ذلك دعم المكوّنات الأضعف في المجتمع. ويمثل هذا الاعتقاد الأساس لدي كُولْيَر للقومية، باعتبارها الرابط المهم ـ إنْ لم يكن المحوري ـ الذي يضمن تماسك المجتمعات. ويذكِّر كُولْيَر بشكل مبرّر أن القومية لا يلزم بالضرورة أن تأخذ طابعًا عسكريًّا، أو أن تروِّج لحرب.

يرى كُولْيَر كذلك أن الهجرة من البلدان الفقيرة إلى البلدان الغنية، إنْ لم يتم الحد منها؛ فإنها ستتزايد بدون حدود، لأن تزايد عدد المهاجرين الذين يستقرون في البلاد الغنية سيسهّل على الآخرين اللحاق بهم. وعلى هذا الأساس يقول إنه ينبغي التحكم في الهجرة. وكل علماء الهجرة تقريبًا يقرّون بهذه العلاقة وتداعياتها، ولذا.. فقد كان أمرًا مملًّا أنْ يندِّد كُولْيَر كثيراً بـ«سياسة الباب المفتوح التي يفضلها الاقتصاديون»، و«المنفعة العالمية» التي يقول إنها تفضِّل انتقال «سكان العالم بأسره... إلى البلد الذي يكون سكانه هم الأكثر إنتاجية». ومن المحبِط أنه لا يذكر أيّ مراجع لهذه الآراء.

في الهجرة الدولية ينتقل الناس من مناطق منخفضة الإنتاجية إلى أخرى عالية الإنتاجية. ومن المُسَلَّم به على نطاق واسع أن المهاجرين أنفسهم هم الذين يَجْنُون كل الفوائد الاقتصادية تقريبًا من خلال زيادة دخل

PAUL COLLIER
EXODUS

الهجرة الجماعية: كيف تغيِّر الهجرة عالمنا
بول كُولْيَر
مطبعة جامعة أكسفورد: 2013.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كل منهم. يقول كُولْيَر إنه قد يكون من المعقول أن يعود جزء من تلك الفوائد على المجتمعات المضيفة، لأن كفاحها هو الذي خلق تلك البيئات ذات الإنتاجية العالية. ثم يشير بحكمة إلى أن محاولة تحصيل ذلك الجزء قد تضر اجتماعيًّا أكثر مما تنفع اقتصاديًّا.

يدّعي كُولْيَر أن سكان الدول الفقيرة الصغيرة قد يعانون من خسائر كبيرة بسبب هجرة العمال المهرة، إذا ما فُتح المجال للهجرة إلى الخارج على مصراعيه بدون ضوابط. وهذا بمثابة الحديث عن صالح الدول الأخرى، إذ إنه يعتقد أن على الدول الغنية فرض ضوابط جزئية على الهجرة؛ من أجل البلدان الفقيرة، وينبغي عليها أيضًا دفع تعويضات لأولئك الذين ينتقلون. يحتدم النقاش بقوة حول هجرة الأدمغة بين المتخصصين: يتفق الجميع تقريبًا على احتمال وقوع تلك الخسائر، لكنْ هناك محلِّلون كثيرون يرون أن البلدان الفقيرة تَستخدِم تلك المهارات بشكل غير فعّال؛ مما يجعل هذه الخسائر محدودة. على سبيل المثال.. معظم الأطباء المؤهلين في تلك البلدان يخدمون النخبة التي تعيش في المدن، ولا يكاد يوجد لهم تأثير على صحة الفقراء.

«يحتدم النقاش بقوة حول هجرة الأدمغة».

فيما يتعلق بالسياسات، يعترف كُولْيَر بأن برامج الهجرة المؤقتة لها فوائد اقتصادية واسعة النطاق. ومع ذلك.. ففي سياق استشهاده بتجربة هجرة الأتراك إلى ألمانيا، يرى أن الدول الديمقراطية الليبرالية المنفتحة لا يمكنها فرض ترحيل المهاجر المؤقت عند انتهاء عقد عمله. إنه يتّهم دعاة ذلك الانتقال المؤقَّت (ومنهم أنا تحديدًا) بتجاهل الجوانب غير الاقتصادية للهجرة، و«بِصَمَمٍ في آذانهم يفصلهم عن الأخلاقيات القابلة للتطبيق».

تتضمن توصيات كُولْيَر اشتراط عودة طالبي اللجوء إلى بلدانهم عند استقرار أحوالها، ومنح «صفة (عامل ضيف) في البداية» لجميع الداخلين (عدا أولئك الذين يشتركون في يانصيب للحصول على صفة مهاجر دائم). ينضم العمال الضيوف إلى طابور انتظار ليصبحوا مهاجرين دائمين، ولكنْ.. إلى أنْ يكتسبوا هذه الصفة، فإنه سيتعيَّن عليهم دفع الضرائب، ولن يتلقوا أي فوائد اجتماعية، ولن تتاح لهم سوى فرص محدودة للحصول على الخدمات العامة. وإذا امتنعوا عن التسجيل للهجرة الدائمة؛ فسيكون من الممكن ترحيلهم، دون أن يكون لهم الحق في الاستئناف. هذا ليس نظامًا رسميًّا للتعامل مع العامل الضيف، بحيث يُطلَب من الناس مغادرة البلد عندما تنتهي عقود عملهم، لكن هل هو أكثر أخلاقية؟

إنّ كتاب كُولْيَر يقدم «وليمةً» من الأفكار. ولهذا السبب.. فإنني أثني عليه، ولكنْ هيمنة التوابل البلاغية على العناصر الغذائية القائمة على الأدلة فيه يجعل الوجبة عسيرة الهضم إلى حد ما. ■

ل. آلان وينترز أستاذ الاقتصاد في جامعة ساسكس، برايتون، المملكة المتحدة، والرئيس التنفيذي لجمعية أبحاث «الهجرة بعيدًا عن الفقر».
البريد الإلكتروني: l.a.winters@sussex.ac.uk





كوكب النفايات: رحلة في تجارة تساوي مليارات الدولار

آدم مينتر، بلومزبيري (2013)

يرى آدم مينتر، مؤلف الكتاب، وسليل عائلة تخصصت في التدوير الاحترافي للنفايات، أنّ النفايات تشكِّل ثروة حقيقية، فهي عماد تجارة الخردة العالمية، التي يصل حجم أعمالها إلى 500 مليار دولار سنويًّا. ويشرح باستفاضة في كتابه هذه الصناعة المعقدة، التي لا يعرف الكثيرون عنها شيئًا، ويؤكد أن هذه الصناعة ـ حتى في أقذر خاماتها ـ أكثر حفاظًا على البيئة من جمع المواد الخام. ويركِّز مينتر في كتابه على المعادن الخردة، مؤكدًا أنها سلعة ثمينة، يعاد تدويرها الآن بطرق وأساليب مبتكرة، كما يسلط الضوء على عمالقة هذه التجارة، مثل ليونارد فريتز، الذي انتقل من الفقر المدقع ليدير «شركة هورون فالي للصلب»، التي تعيد تدوير نصف مليون طن سنويًّا من السيارات المحطَّمة.



عِلْم الأعمار.. قصيرها، وطويلها

جوناثان سيلفرتاون، مطبعة جامعة شيكاغو: 2013

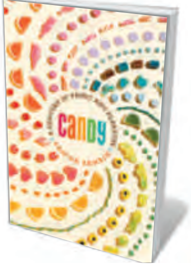
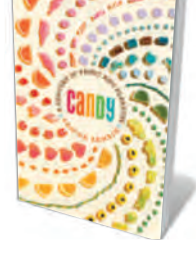
يحكي عالِم البيئة جوناثان سيلفرتاون القصةَ القديمة في هذا الكتاب ـ الأول من نوعه ـ عن علم الشيخوخة، حيث يتناول في كتابه قضية الأعمار ما بين الخفافيش، والجرذان، والقواقع البحرية، والبشر، الذين يصابون بمرض السرطان ـ في الغالب ـ عندما تطول أعمارهم. وتَنَقَّل في كتابه من الوراثة إلى أحاديّة الإنجاب (التكاثر لمرة واحدة، ثم الموت)، مستفيدًا من دراسات عن كل شيء، ابتداءً من الصرصار الياباني إلى التوائم البشرية. وكانت النتيجة مؤلَّفًا زاخرًا بالإشارات الثقافية ومعلومات علمية مفيدة.. فمثلًا إذا عاشت الحيتان بمعدل التفاعل الأيضي نفسه داخل الفئران، على سبيل المثال، كانت ستجعل «المحيطات تغلي مِن حولها».



الحياة من منظور ذَرِّي: تاريخ النظائر المُشِعَّة في العلوم والطب

أنجيلا ن. هـ. كريجر، مطبعة جامعة شيكاغو (2013)

تكشِف أنجيلا كريجر في هذا الكتاب الشيِّق في مجال التأريخ العلمي أنّ تأثير مشروع مانهاتن تجاوز تأثير القنبلة الذرية بكثير. فقد مَهَّد هذا المشروع الطريقَ لمختبر أوك ريدج الوطني في ولاية تينيسي لإنتاج النظائر المشعة بكثافة للاستخدام السلمي. هذه المنتجات الوفيرة التي تمخضت عنها حروب الفيزيائيين أحدثت تحولًا جوهريًّا في علم الأحياء، خاصة كعناصر تقتفي أثر الجزيئات في عمليات معينة، مثل تخليق البروتينات. حاولت كريجر في كتابها الاستعانة بالنظائر المشعة؛ لاستكشاف التحوُّلات التاريخية في الطب، وإدراك خطر السرطان، ومساميّة الفجوة المدنيّة العسكريّة.

الحلوى: قَرْنٌ من الرعب والمتعة

سميرة قواش، فابر آند فابر: 2013

الكمية الكبيرة من الحلوى في عيد «الهالوين» متعة خادعة، فبعد أنْ وُصفت بأنها طعام مُسْكِر ومحفِّز للشهوة، تتعرض الحلوى الآن للهجوم، لأنها خطيرة من الناحية الكيميائية والبيولوجية. وتكشف سميرة قواش في كتابها أنّ الحلوى أيضًا تحتوي على مزيج رائع من التاريخ الثقافي الأمريكي. لقد تطورت الحلوى من كونها «رفاهية» إلى أوّل طعام غير صحي، وذلك ابتداءً من منتصف القرن التاسع عشر، فصاعدًا، بفضل تكنولوجيا الإنتاج المكثف وكيمياء السكر التي حوَّلت صناعة الحلوى؛ وأقامت امبراطوريات كبيرة، مثل شركة «مارس» Mars. وتقول سميرة قواش في كتابها إن الأغذية المعلَّبة التي تحتوي على شراب الذرة بها من السكريات المخفيّة ما يمثِّل خطرًا على الصحة أكبر من الحلوى التي يمصّها الأطفال «المصّاصات» التي يسهل تجنبها، لأنها تحتوي على سكريات خالصة.



البقاء على قيد الحياة! داخل الجسم البشري، الجزء الأول، الجهاز الهضمي

جومدوري كو، وسوك يونج سونج، وهيون دونج هان، مطبعة نو ستارش (2013)

ما بين ثَوَرَان البراكين.. إلى البكتيريا في القولون، يأخذك هذا الكتاب المصوَّر في رحلة مشوقة عبر الجهاز الهضمي، سوف تضفي متعة حقيقية لكل الأطفال من سن 8 سنوات فما فوق. تتناول الرسوم الصارخة في الكتاب لهيون دونج هان، والكتابة الرشيقة لسوك يونج سونج حول كلّ الحقائق المقزِّزة، بلا أي خجل. اقتحِم المغامرة مع البطل جيو، والدكتور برين العبقري، وهما ينكمشان ويُشْفَطان إلى داخل فيبي الجائعة دائمًا.



تاريخ العلم

العلم المغزول على طريق الحرير

يقيّم **كريستوفر إ. بِكويذ** دراسةً حول الإسهام الجوهري لعلماء بلاد ما وراء النهر في العصر الذهبي للإسلام.

توجد ما بين أوروبا والشرق الأدنى، وجنوب آسيا وشرقها، منطقةٌ فقيرة ومتخلفة بدرجة يُرثَى لها. أمّا منطقة وسط آسيا، التي نعرفها باسم «بلاد ما وراء النهر»، أو آسيا الوسطى ـ وتضم أفغانستان، وأوزبكستان، وتركمَنستان، وطاجيكستان، وتركستان الشرقية (شِينجْيانج حاليًا) ـ فقد قامت بدور جوهري في تاريخ العالم وتطوُّر ثقافته وعلومه قبل العصر الحديث. فالخوارزمي عالِم الرياضيات والفلكي ـ على سبيل المثال ـ هو مَنْ وضع الأسس المنهجية لعلم الجبر، وأدخل النظام العشري إلى عِلْم الحساب، وقد اشتُقّ اسم اللوغاريتمات (أو الخوارزميّات) من اسمه (اسمه اللاتيني: *Algorithmus*). وكما يقول فريدريك ستار في كتابه «التنوير المفقود» *Lost Enlightenment*، كانت بلاد ما وراء النهر حاضرةً غنية ومتقدمة وزاخرة بالسكان في منتصف القرن السابع الميلادي حين وصلت جيوش المسلمين الأولى إلى ميرف، وبَلْخ «المدينتين الأم»، اللتين تقعان الآن في دولتي تركمَنستان، وأفغانستان، بالترتيب.

وخلال العقود التالية، عبرت جيوش المسلمين نهر جيحون إلى بُخَارَى، وسمرقند، وخوارزم. وفي أقل من قرنين أصبح أغلب علماء هذه المنطقة من المسلمين. وقد سادوا الحياة الفكرية في العالم الإسلامي بأكمله، الذي كان ممتدًّا حينها من إسبانيا إلى الهند، وقدموا إسهامات عظيمة في العلوم الطبيعية، والطب، والفلسفة، والموسيقى، والأدب. فالكتاب الكبير عن الموسيقى للفيلسوف الفارابي أصبح ـ كما يقول ستار ـ «حجر الأساس لعِلْم الموسيقى الغربية». كما اعتمد الطب الغربي لعدة قرون على أعمال الرازي، أعظم طبيب فيزيائي إكلينيكي حتى بداية العصر الحديث، وأوّل مَنْ وَصَفَ مرض الجدري بدقة.

عصر التنوير المفقود: العصر الذهبي لما وراء النهر من الفتح العربي إلى تيمورلنك
س. فريدريك ستار
مطبعة جامعة برينستيون: 2013

يقول ستار إنّ الثقافة المزدهرة لهذه المنطقة كانت مستنِدَة إلى خليطٍ من الأعراق واللغات والأديان، وتراثٍ فكري عريق ممتدٍّ إلى ما قبل الإسلام (متأثر بالديانة البوذيّة في أغلبه)، وازدهارٍ كبير. يرجع هذا الازدهار ـ بصورة أساسية ـ إلى الهندسة الهيدروليكية عالية التقنية، فقد طَوَّر سكان ما وراء النهر تسعة أنواع من الآلات للري، ومياه الشرب، والحمامات العامة. وبعد عام 1100 ميلادية، يدَّعي ستار أن عصر التنوير تَرَاجَع بفعل هجمات عدة على «المنطق والفكر»، قادها الصوفي والفيلسوف القديم أبو حامد الغزالي.

وفي وقت ما في القرون الوسطى، نقل سكان أوروبا الغربية العلومَ من العالم الإسلامي المجاوِر، وامتزج ذلك مع ما نقلوا من علوم وحضارة ما وراء النهر؛ الأمر الذي أسهَمَ في تأصيل هذه المعرفة، وإكسابها المنهج العلمي الشكلي؛ مما ساعد على ازدهارها وانتعاشها في أوروبا، بينما كان العِلْم يحتضر في العالم الإسلامي.

من المعروف على نطاق واسع أن أعظم العلماء والفلاسفة والشعراء والفنانين في العصر الذهبي للإسلام كانوا من بلاد ما وراء النهر، وتمت دراسة أو ترجمة القليل من أعمالهم، مثل العمل الإثنوجرافي الشهير للبيروني عن الهند. وكتاب ستار هو أوّل كتاب يحَدِّد أشهر علماء هذا العصر ويضعهم في إطار بلاد ما وراء النهر باعتبارهم منتمين إلى آسيا الوسطى، ويتناول إنجازاتهم بالتفصيل.

وخلال فترة الريادة الفكرية للمنطقة ـ التي استمرت ثلاثة قرون ـ كانت اللغة الأدبية السائدة هي اللغة العربية الكلاسيكية (باستثناء تركستان الشرقية، أو «شينجْيانج» التي أصبحت مسلمة لاحقًا). وليس السبب في ذلك ـ كما ادَّعى البعض ـ أن المسلمين دمّروا مكتبات خوارزم، وهو ادِّعاء يكرِّره ستار، رغم أن فيلهيلم بارتهولد أوضح في عام 1928 أنه مجرد حكاية شعبية. والسبب هو أنه في أغلب مناطق العالم قبل القرن السابع، نادرًا ما كان الناس يستخدمون الكتابة في التدوين. وفي ظل حكم المسلمين، أصبح الناس يؤلفون ويكتبون كثيرًا باللغة العربية؛ فانتشرت متاجر الكتب فيما وراء النهر. ويَحكي ستار كيف طارَدَ أحدُ تجار الكتب ابن سينا في الشارع في بُخَارَى؛ من أجل التفاوض على مؤلَّف للفارابي عن كتاب «الميتافيزيقا» لأرسطو. وقد وضع ابن سينا نفسه بعد ذلك العديد من الكتب المهمة، ويُعَدّ أحدها من أشهر نصوص العِلْم الطبيعي تأثيرًا في أواسط العصور الوسطى، وهو كتاب «البصريات» للرياضي اليوناني إقليد *De Visu*، الذي تُرجِمَ إلى اللاتينية عن العربية في منتصف القرن الثاني عشر الميلادي في طُلَيْطِلَة بإسبانيا، حيث قام بالترجمة الفيلسوف اليهودي إبراهيم بن داود، ودومينيك جونديزالفو.

ويرى ستار أن الوحدة اللغوية للعرب أدَّت إلى ازدهار العلوم والفلسفة في ظل الإسلام بشكل أساسي باللغة العربية. وللأسف، يَستخدِم ستار مصطلحه الخاص «المُـتَـفَرْسِنِين» ليشير إلى غير الفرس من بلاد ما وراء النهر، وهو ما يوحي بأن غالبية المنطقة كانت «فارسية» لغةً وثقافةً. والواقع أنها لم تكن كذلك، فالفُرس (في المنطقة التي تمثِّل الآن إيران) كانوا غائبين بصورة واضحة، حتى أوشك العصر الذهبي على الانقضاء، حسبما يؤكد ستار ذلك.

بتسمية كتابه «التنوير المفقود»، يرفض ستار بشجاعة المَزاعِمَ التي تنفي انحدار الحضارة الإسلامية، ولكنه يتجاهل المؤلفات الأخيرة التي تفجِّر الأساطير حول كون سكان سهول أوروآسيا «الأوراسيين» مقاتلين معتدين، ويشير ـ بصورة غير مباشرة ـ إلى أن جنكيز خان حاول ارتكاب إبادة جماعية لسكان ما وراء النهر. وبرغم ذلك.. يرفض ستار بإصرار النظرية التي تتهم المغول بالتسبُّب في بدء التدهور الفكري، فيقول إن ذلك حدث قبل غزو التتار بقرنٍ كامل، إذ كانت الضرائب والتجارة آنذاك تَصُبّان الذهبَ في خزائن حُكّام ما وراء النهر، الذين توقفوا عن استثمار المال في الحياة الفكرية. وبعد أن خسر الحكام الحربَ العظمى ـ أو بعد حدوث غزو المغول، الذي تتفق المصادر التاريخية على أن دولة الخوارزميين هي التي بدأته ـ فشلوا تمامًا في إعادة إعمار دولهم.

إجمالًا، يتألق ستار في الفصول الأساسية، التي قدَّم فيها الإنجازات الرائعة لفلاسفة وعلماء ما وراء النهر، حين كان موطنهم هو العاصمة الفكرية الإبداعية للعالم. ■

كريستوفر إ. بَكويذ أستاذ دراسات أوروآسيا الوسطى في جامعة إنديانا، بلومنجتون، ومؤلف كتاب (محاربو الأديرة: الجذور الآسيوية الوسطى للعلم في العصور الوسطى)
البريد الإلكتروني: beckwith@indiana.edu

MARTIN O'NEILL; IMAGE OF AL-BIRUNI: QINGWA/BIGSTOCK. ILLUSTRATION OF MOON PHASES BY AL-BIRUNI REPRODUCED COURTESY OF SEYYED HOSSEIN NASR/WORLD OF ISLAM FESTIVAL PUBLISHING COMPANY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



س و ج جاد أبو مراد

صانع العلامات في فضاء الأثير

يعمل جاد أبو مراد مذيعًا معاوناً في «راديولاب»، وهو برنامج إذاعي أمريكي علمي مكثف، ومعتمَد وطنيًّا للبث العام. ومع دخوله في عامه العاشر، يتيح لنا جاد جزءًا من وقته، الذي يمضيه في رحلة عبر 21 ولاية شمال الولايات المتحدة مع المذيع المعاوِن روبرت كرولويتش؛ ليروي لنا تفاصيل صناعة قصص علمية سريعة في الراديو.

كيف دخلتَ إلى عالم العلوم والإذاعة؟

لقد نشأت في ولاية تينيسي في الثمانينات كطفل عربي في بيئة من «المعمدانيين الجنوبيين». كانت أمي عالِمة أحياء جزيئية، وكان والدي جَرّاحًا، وبالطبع كنت أقضي وقتي في مَعْمَلَيْهما بعد انقضاء اليوم الدراسي، ألاعب فئران المعمل، وأنا أعاني من الملل الشديد. جذبتني الموسيقى إلى عالمها، حيث كنت أمضي معظم وقتي أيام المراهقة في غرفتي، أؤلف مقاطع موسيقية لأفلام من نسج الخيال. وبعد دراسة الكتابة والموسيقى في الكلية، تطوّعتُ لدى محطات الراديو العامة، حتى تمكنت أخيرًا من حجْز مساحة على الهواء في أوقات متأخرة من الليل؛ لبث وثائق منسيّة في محطة راديو نيويورك العامة. وقبل يومين من بدء البث، سألت مديري عمّن سيكون مذيع البرنامج، فقال لي: «أنت».

كيف تطوَّر هذا البرنامج؟

في الأيام الأولى، كانت المحطة تعاملني ـ رأفةً منهم بي ـ بتجاهل خفيف. لم أدرِ ماذا كنت أفعل حينها. كان معظم ما أقدمه مواد قديمة، ومستعارة، وبدون تحديثات تُذكَر. وبالتأكيد كانت هناك ثغرات في البرنامج، وكان هذا يثير ذعري؛ فأقوم بملء الفراغ بدقائق حول السياسة في زيمبابوي، أو بطلبي من المستمعين مراسلتي عبر البريد الصوتي. وفي عام 2003، التقيت بمذيع المواد العلمية روبرت كرولويتش، وقمنا بعمل تجارب لدَمْج أنماط الراديو المختلفة، مثل المقابلات، والبرامج الوثائقية، والقصص، والموسيقى. واتفقنا على صيغة «الشخصين المتحاورين»، بحيث نتداول جُمَلًا من أقوال علماء، ويتم تشغيل مقطوعات موسيقية متراكِبَة في الخلفية؛ لتكون مثل دفقات سلسة للأفكار. منذ البداية، كان لبرنامج «راديولاب» طابع رقمي، ومتسارع ومكثف، حتى اعتبره البعض مثالًا لمستقبَل برامج الراديو العامة، بينما اعتبره البعض برنامجًا مثيرًا للتوتر.

هل شعرتَ يومًا بأنّ إمكانيّات الراديو محدودة؟

في حلقتنا عن الألوان، حين تحدثنا عن شبكية العين مع عالِم أحياء، سألنا عن المخلوق الذي يمتلك أكبر تنوع من المخروطات المستقبِلة في عينه. وكانت الإجابة هي «الجمبري الذي يُطلق عليه فرس النبي»، الذي يمتلك ستة عشر مخروطًا مستقبِلًا، حيث يستقبل كل مخروط أطوالًا موجية مختلفة للضوء. وبما أننا لم نتمكّن من عرض هذه المعلومة بشكل مرئي، فقد قمنا بجمْع فرقة موسيقية مكونة من 160مغنيًا في كنيسة، وقسّمناهم على حسب ألوان الطيف، وطلبنا منهم أن يغنّوا لنا «أصوات قوس قزح»، حسبما يمكن أنْ يراها الجمبري.

وماذا يحدث أثناء البث الحي لبرنامجك؟

نقوم في فقرة «أبوكاليبتيكال» بسَرْد قصص عن أحداث الدمار الشامل، ونركِّز على انقراض الديناصورات في نهاية العصر الطباشيري منذ 65 مليون عام. وفي بعض اللحظات من البرنامج، تشعر بالبث على الهواء حين نتعلم شيئًا جديدًا في الكيمياء والفيزياء، أو حينما تخفت الإضاءة ونستمع بتركيز. أمّا بالنسبة إلى باقي محتوى البرنامج، فأراه غريبًا وجديدًا في الوقت نفسه.. فهناك صور متحركة وفيديو؛ لإبراز ميكانيكا الانهيار العنيف. وهناك دُمَى ديناصوريّة ضخمة مِن صُنْع شركة المسارح الأسترالية «إرث» Erth. يقوم الموسيقيون بإحداث موجات صوتية تُشْعِرك بأنّ السقف سيسقط فوق رأسك. وهناك شخصيات كوميدية يمكنها أن تثير ضحكك، مثل ريجّي واتس، وباتون أوزوالت. إننا نسير جميعًا في اتجاه النهاية المحتومة لنا كأفراد، أو كفصائل حيوانية، ولكننا نأمل في أنْ نترك لديك انطباعًا عن مدى روعة أنك تعيش في هذا العالَم.

ماهي اللمحة العلمية التي تقدمها في البرنامج؟

إننا نعرض نظريةً اقترحها العلماء جاي ميلوش، وبيتر شولتز، ودوجلاس روبرتسون، وكيرك جونسون، تُستلهَم من حسابات محاكاة القذائف، لتبرهن على أنّ حدوث الانقراض في العصر الطباشيري كان أسرع مما كان متصوَّرًا. فالتصور التقليدي هو حدوث «شتاء نووي»، بسبب انتشار الرماد في المناخ، على إثر سقوط نيزك على الأرض؛ مما أدى إلى موت الديناصورات على امتداد عشرات الآلاف من السنوات. إننا نبرهن على أن انقراض الديناصورات قد استغرق زمنًا قصيرًا جدًّا، يماثل وقت ما بعد ظهيرة يومٍ ما.

هل صحيح أنك تنوي التفرع بعيدًا عن المجالات العلمية؟

نعم.. ولا. إن الأفكار العلمية قد تتعقد بشكل غير قابل للتبسيط، مما يجعل التعامل معها مرهقًا، إلا أنه لم يعد مقبولًا لدى الناس عدم فَهْمهم للمستجدات مِن حولهم في المجالات العلمية. وأنا أجِدُ العِلْم ملهِمًا بشكل غير متناه، حتى عندما يرهقني ويثير غيظي. لذا.. فإن تقديم المواد العلمية سيظل جزءًا أساسيًّا مما نقوم به. وفي الشهور الأخيرة، فكّرت في الدخول في مجال الشؤون القانونية. وأحيانًا أتأمل كيف سيكون الوضع، إذا قمنا بتغطية انتخابات مثلًا. ومن الجائز أنْ أتحوّل إلى مجال الرياضة.

هل وقعتَ يومًا في مغالطةٍ ما؟

بالطبع، ففي إحدى الفقرات عن خاصية العشوائية، أردنا إبراز صعوبة التفريق بين الإشارة والضوضاء على المستوى الجزيئي؛ فقمنا بتشغيل شريط لامرأة تبلغ من العمر 99 عامًا، وتغني من خلال مرشِّح ضوضاء، مرارًا وتكرارًا. ثم شعرنا بأن هذا مثال جميل على كيفية قيام أجسادنا بالتعامل مع (الضوضاء) الحيوية، وهو موضوع الفقرة التي يقدمها كارل زيمر، إلا أن كارل قال لنا إن هذا المثال أبعد ما يكون عن الصواب؛ فشعرنا بحالة من الإحباط. إذن، فلنَقُم ببث النسخة ذات المغالطة العلمية، ثم إظهار كارل وهو يبلغنا بماهيّة المغالطة، ثم نُتْبِع ذلك بمحاولة طيبة النيّة لتصحيح أنفسنا. إننا لم نزعم أبدًا أننا على عِلْم شامل بما نفعل، وهذا ما قد يفسر لماذا لم يقم أحد بالدخول علينا ليهاجمنا ويضربنا بالعصا. ■

أجرت الحوار: جاشا هوفمان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

تقليل، وإعادة استخدام وتدوير مخلفات المختبرات

كان لتطبيق مبادئ الوعي البيئي داخل المختبر الفضل في توفير حوالي 40% من الأموال المخصصة لتمويل البحوث التي قمت بها على مدى عام واحد. وكعلماء ومواطنين صالحين، يسعى كل منا جاهدًا لتقليل المخلفات داخل منزله، وإعادة استخدامها، وتدويرها. وبالمثل، علينا أن نسلك السلوك ذاته داخل المختبر.

وإذا كان علماء البيولوجيا الجزيئية على وجه التحديد يعتمدون على الأدوات التي تُستعمَل مرة واحدة، وذلك من أجل أغراض السرعة والسهولة، فإنه لا يزال بالإمكان إعادة استخدام كميات غير قليلة من المستلزمات البلاستيكية داخل المختبرات، بما في ذلك علب الأنابيب المدرجة، بعد غسلها وتعقيمها؛ أما الأدوات البلاستيكية التي لا تحتوي على مواد ضارة وغير القابلة لإعادة الاستخدام، فيمكن تدويرها.

كذلك ينبغي استخدام الأوعية الزجاجية المعقمة، بدلًا من البلاستيكية، كلما أمكن. ولعل ذلك يصلح ـ على سبيل المثال ـ لأوعية الكواشف والأنابيب والماصّات، فضلًا عن صلاحيتها لأغلب التطبيقات العلمية، مثل الزراعة البكتيرية، وزراعة الأنسجة، وأَخْذ العيِّنات، وإعداد المحاليل أو عيِّنات التحليل الكيميائي. كذلك يمكن معالجة الأدوات الزجاجية؛ لإزالة آثار إنزيم نوكليز المقاوِم للحرارة، حيث يمكن لهذا الإنزيم إفساد التجارب التي تتضمن استخدام الأحماض النووية.

وإذا كان ثمة إلحاح على التوسع في المنتجات المستدامة، فإن الأدوات البلاستيكية الأقل تغليفًا وتعبئةً، والأكثر قابلية لإعادة التدوير، من شأنها أن تحقِّق التقدمَ المنشود في صناعة مستلزمات المختبرات.

إن العلماء في حقيقة الأمر معلِّمون، ومن ثم فإن علينا تحسين الوعي البيئي، وتحمُّل المسؤولية، وإجراء التدريبات اللازمة داخل المختبرات التي نعمل بها؛ لنبرهن على أننا لم نكن مِنْ بين مَنْ التحقوا بقاطرة التنمية المستدامة في وقت متأخر.

جايا بيستولفي كلية ديوفيل، بافالو، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
bistulfi@dyc.edu



المحافظة على استمرار موقع PubMed بأي ثمن

مع وجود ما يزيد على 23 مليون اقتباس حتى الآن من موقع MEDLINE، ودوريات علوم الحياة والكتب الإلكترونية، يمكننا القول إن المعاهد الوطنية العملاقة التابعة لموقع PubMed لقواعد البيانات الصحية هي الأداة المتاحة والأكثر أهمية لعلماء الطب البيولوجي، إلا أن الموقع أصبح مهددًا، وتجلى ذلك مع ما حدث في شهر أكتوبر الماضي من عملية إغلاق جزئي للحكومة الأمريكية، تاركًا إيّاه بأقل تحديثات وصيانة ممكنة.

تبقى الصيانة المستمرة للموقع هي الضمان الوحيد لتجنب الانتكاس إلى عصر آخر من العصور البحثية المظلمة. ونهيب بالمجتمع العلمي الدفع قُدُمًا لدعم الموقع وإدارته من قِبَل منتدى دولي.

أليكس و. هيوت، ديفيد أ. ماكي معهد لايونز أي، بيرث، أستراليا.
hewitt.alex@gmail.com

حماية الأنواع في الأراضي المسطحة الدافئة

تحتاج حماية التنوع البيولوجي في الأراضي المسطحة من آثار التغيرات المناخيّة (M. Tingley *et al*. *Nature* **500**, 271–272; 2013) إلى استراتيجيات تمكن من توفير بعض الوقت للأنواع؛ لتتكيف مع البيئات الأكثر دفئًا، أو تنتقل إلى أخرى أكثر برودة، الأمر الذي يعني إضافة المزيد من المساحات المحميّة في المناطق الباردة، وتحسين الاتصال بين المواقع المحميّة.

ويُعدّ تقليل كثافة المراعي الصيفية بالأراضي المسطحة إحدى الطرق الناجعة لزيادة قدرة التجمعات المتوطنة على المقاومة، حيث تساعد الظلال الناتجة عن المروج العالية والكثيفة على تبريد التربة لدرجة تصل إلى خمس درجات مئوية (J. A. Thomas *et al*. *Science* **325**, 80–83; 2009)، فضلًا عن إمكانية تحسين تلك النتيجة، كلما ازداد عدم استواء الأرض (J. Settele and E. Kühn *Science* **325**, 41–42; 2009).

تبقى تدابير الحماية في المواقع المحمية القائمة ـ كما هو الحال في برنامج أوروبا للحفاظ على التنوع الحيوي «ناتورا» Natura 2000 (انظر: go.nature.com/ykf7vt) مهمة وضرورية، إلا أنها غير كافية بذاتها، وتحتاج إلى التكيف والإنعاش كلما زادت درجات الحرارة.

جوزيف سيتيلي، إنجولف كون مركز هيلمهولتز لأبحاث البيئة، هالي، ألمانيا.
josef.settele@ufz.de
جيريمي أ. توماس جامعة أكسفورد، المملكة المتحدة.

براءات الاختراع: الجامعات هى الأحقّ بالمشاركة

إنني لا أتفق مع اقتراحكم الذي لا أساس له.. ذلك الاقتراح القائل بأن المشاركات بين الجامعات ومؤسسات تسجيل براءات الاختراع «غير ملائمة» (*Nature* **501**, 471-472; 2013). فمثل هذه المشاركات تتولى مسؤولية رفع المكافآت ومستوى الحماية للمخترعين، التي ـ على كل حال ـ هى الغرض من براءة الاختراع.

يقول بعض النقاد إنه ينبغي أنْ تكون مهمّة الجامعة نشر المعرفة. ولذلك.. فالجامعات ـ ببساطة ـ لديها حرية نشر مخترعاتها بدون تسجيل براءة اختراع لها، أو السعي لنيل براءة اختراع، بل وتقديم ترخيص مجاني لها، إلا أن آخرين يسعون لتسجيل براءات لاختراعاتهم؛ من أجل تعويض أموال أبحاثهم، ومكافأة مخترعيهم، وذلك مثلما يشجع القانون الأمريكي الذي يُسمَّى «بيه-دول» Bayh–Dole. وهناك شركات مثل «إنتلكشوال فينشرز» Intellectual Ventures في بليفو بواشنطن (التي قمتُ بتأسيسها، وأعمل نائبًا لرئيسها) تسهِّل مثل تلك الخيارات.

تمتلك شركة «إنتلكشوال فينشرز» حقوقًا مكتسبة لآلاف من براءات اختراع الجامعات. وفي العشر سنوات الأخيرة كانت قد دفعت حوالي 110 ملايين دولار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أمريكي لجامعات وباحثين حكوميين، وحوالي 510 ملايين دولار أمريكي لمخترعين مستقلين، بالإضافة إلى أكثر من 720 مليون دولار أمريكي لشركات أصغر. كما تعمل المؤسسة مع باحثين جامعيين؛ لإطلاق أعمال تجارية جديدة. على سبيل المثال.. فقد أثمر عملنا مع «مركز المواد الفائقة والبلازمونات المدمجة» بجامعة ديوك في دُرْهام، نورث كارولينا، عن شركتين، جَمَعَتا عشرات الملايين في شكل رأس مال استثماري.

تُعَدّ الجامعات محركات مهمة للابتكار، ومصادر للتقنيات الرائدة، إلا أنها ليست مؤهَّلة لتقديم دعاوى قضائية مكلفة ومطولة. لقد كافَحَت جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا؛ وصولًا إلى المحكمة العليا في دعوى الانتهاك ضد شركة «روش» السويسرية، عملاقة صناعة الأدوية، وخسرتها في عام 2011. كما أن جامعة كارنيجي ميلون في بيتسبرج، بنسلفانيا، كانت تقاتل لسنوات في مواجهة شركة أخرى، وحُكِمَ عليها مؤخرًا باعتبارها متعدِّيةً عن عَمْد. وأخذت القضية طريقها بعد ذلك إلى الاستئناف.

من خلال التعاون المشترك مع شركات متخصصة في حقوق براءات الاختراع، تكون لدى الجامعات فرصة أفضل في جَنْي حقوق الملكية التي تستحقها، والتركيز على ما تستطيع فعله بأفضل صورة ممكنة، وهو التعليم والبحث.

بيتر ديتكِن، إنتلكشوال فينشرز، ماونتن فيو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
peterd@intven.com

التضارب في المصالح المالية معلنًا: للحصول على التفاصيل، انظر: go.nature.com/yksixp

براءات الاختراع: الجامعات تربح من المنتجات

إنّ العائدات على الاستثمار في الملكيات الفكرية الخاصة بالجامعات ـ في اعتقادنا ـ هائلة، بل ولا يمكن اعتبارها خلاصة القول. (انظر: *Nature* **501**, 471-472; 2013). إن قانون «بيه-دول» لعام 1980 أشعل ثورة في الابتكار الأكاديمي الأمريكي، عن طريق السماح للجامعات بالإبقاء على ملكياتها الفكرية المموَّلة فيدراليًّا؛ مما أدى إلى جلب مزيد من إيرادات مَنْح الرخص وحقوق الملكية على المخترعين، وتحسين فرص التمويل، نتيجة لاتساع دائرة التعاون البحثي، فضلًا عن ثقافة أكاديمية ريادية متزايدة. فقد استفاد المجتمع من الأبحاث التطبيقية في مجال التحديات العالمية، كالصحة، والبيئة، كما استفاد من تعزيز الاقتصاد بعائدات مَنْح الرخص، ومن الوظائف جيدة الأجر التي نتجت عن الشركات الجامعية الناشئة.

في جميع أنحاء الولايات المتحدة، تستحدِث الجامعات حوالي شركتين ناشئتين ـ في المتوسط ـ يوميًّا، تنزعان نحو الاستمرارية لفترة أطول، وتجذبان المزيد من الاستثمار الذي يفوق الشركات غير الجامعية الناشئة (انظر: go.nature.com/ojq3fx). وقد أظهر استطلاع أجرته «رابطة المديرين التقنيين بالجامعات» في ديرفيلد، إلينوي؛ أن 82 من المؤسسات المموَّلة فيدراليًّا بلغت مبيعاتها الصافية للمنتجات نحو 36.8 مليار دولار أمريكي خلال السنة المالية 2012 (انظر: /go.nature.com vgtjk4). من بين المؤسسات التي شملها الاستطلاع، تَبَيَّنَ أن العدد التراكمي للرخص النشطة قد ارتفع أيضًا بما يزيد على 40000، وأكثر من 5000 براءة اختراع أمريكية، وما يقرب من 6400 ترخيص. كما نشأت خيارات لتقنيات جديدة خلال العام، من خلال تكوين 705 شركات ناشئة، واستحداث 591 منتجًا استهلاكيًّا.

إن تسجيل براءات الاختراع الجامعية ونقل التكنولوجيا الأكاديمية قد أتيا أُكُلها بكل تأكيد.

بول ر.سانبيرج، فاليري ل. ماكديفيت، جامعة جنوب فلوريدا، والأكاديمية الوطنية للمخترعين، تامبا، الولايات المتحدة الأمريكية.
psanberg@usf.edu.

استمِرُّوا في الحفاظ على الأنواع

يكتب كريس توماس عن أنّ الزيادات الأخيرة في أعداد الأنواع المصاحِبة لارتفاع درجة حرارة المناخ يمكنها أن تُحْدِث ما هو أكثر من التوازن في مواجهة ظاهرة فَقْد الأنواع (انظر: *Nature* **502**, 7; 2013). والحفاظ على الأنواع عامّةً لا ينحصر فقط في زيادة أعدادها، بل يشمل أيضًا وجود أنظمة بيئية سليمة.

على عكس الأنظمة البيئية التي نتجت عبر آلاف السنين من التنافس والافتراس، فمن غير المؤكد استقرار الأنظمة الجديدة غير المألوفة، الناتجة عن الأنواع العدائيّة، التي نعرف أنها يمكن أن تأتي على الأخضر واليابس.

يشيد توماس أيضًا بمميزات قوة الهجين التي تَنْتُج عن التزاوج بين الأنواع المحلية والأنواع المهاجرة، لكننا لا نملك سوى القليل من المعلومات عن المستقبل البعيد لهذه الأنواع، بسبب عدم فَرْزها بعد، على النقيض من نظائرها المعاصِرة غير الهجينة. إضافة إلى ذلك.. فإن تهجين السلالات يتعارض مع الأفكار المحافِظة، الهادِفة إلى الحفاظ على الأنواع الموجودة حاليًّا، وعلى الجينوم الخاص بها.

والحقيقة أننا ما زلنا نفتقر إلى الإمكانيات التي تمكِّننا من التنبؤ بالتأثيرات البيولوجية الناتجة عن تغيّر المناخ. ولهذا.. فإنه من الحماقة ـ من وجهتَي نظر كلٍّ من علم البيئة، ونظرية التطور ـ أنْ نتوقف عن حماية الأنواع والأنظمة البيئية التي كانت قبل عصر الأنثروبوسين من هجوم القادمين الجدد، المدفوعين بالتغيُّرات المناخية.

تيم كارو جامعة كاليفورنيا، ديفيز، الولايات المتحدة الأمريكية.
tmcaro@ucdavis.edu

التخضير الحضري يحتاج إلى بيانات أفضل

غالبًا ما تعتمد البرامج الحالية لتخضير المناطق الحضرية على بيانات غير كافية (ومثال على ذلك.. انظر C.T. Driscoll *et al*. *BioScience* **62**,354-366; 2012). كما أن النماذج المستخدَمة في تقدير حجم النباتات في المناطق الحضرية هي نماذج غير مجربة. ولإحراز تقدُّم حقيقي في الحفاظ على استدامة الأحياء الحضرية، يحتاج رؤساء الأحياء والباحثون إلى معرفة فحوى برامج التشجير المناسبة لها، ومسار عملها، وتوقيتها، ومكانها.

استُخدمت نماذج مبسطة للغابات الحضرية علي نطاق واسع؛ لمعرفة حجم المنفعة العائدة من وراء زَرْع أشجار متفرقة في الحدائق العامة والطرق بالمدينة، لكنها فشلت في إدراج التقديرات غير المؤكدة، أو دراسة التكاليف والعوائد. على سبيل المثال.. من المستبعَد أن تحدّ الغابات الحضرية من تركيزات الجُسيمات الملوِّثة، وثاني أكسيد النيتروجين (H. Setala *et al*. *Environ*. *Pollut*. **183**, 104-112; 2013) ، كما أن الكثافة العالية لغبار اللقاح الصادر من تلك الغابات قد تزيد من أمراض الجهاز التنفسي، مثل الربو.

بناءً على ذلك.. فإننا نقترح أن تكون استراتيجيات تخضير الأحياء الحضرية مفصلّة على حسب أماكنها. ولابد من التأكد من صلاحية تلك البرامج باختبارها، من خلال دراسات مقارنة تتناول المتغيرات المكانيّة والزمانيّة في المدن وفيما بينها، مما يعني أنّ جَمْع بيانات عن الأحياء الحضرية المحلية، وبناء نماذج للنظام البيئي لا بد أن يكون بالمعايير العالية ذاتها التي تطبَّق على المناطق غير الحضرية.

دايان إ. باتاكي جامعة يوتا، مدينة سولت ليك، الولايات المتحدة الأمريكية.
Diane.pataki@utah.edu

بالإنابة عن 9 مُوَقِّعين (انظر: go.nature. com/blzh2i لمطالعة القائمة الكاملة للمُوَقِّعين).

ترتيب الدوريّات العلمية بالبرازيل

نعرب عن اعتراضنا ـ كرؤساء للرابطة البرازيلية لتقدم العلوم، والأكاديمية البرازيلية للعلوم ـ على وجهة نظركم السلبية فيما يتعلق بمشروعنا «وكالة وزارة التعليم لتنسيق جهود الارتقاء بالعاملين في التعليم العالي» CAPES (*Nature* **500**, 510-511; 2013).

إن مُعَامِل التأثير ليس إلا واحدًا من بين قائمة طويلة من المؤشرات التي تستخدمها الوكالة منذ عام 1976؛ لتصنيف برامج البحوث في 48 مجالاً بحثيًّا، من العلوم الاجتماعية إلى الفيزياء. ومن المهم التأكيد على أن الوكالة تستخدم نظامًا للتحكيم العلمي؛ لتقييم وتصنيف برامج الدراسات العليا في البرازيل، وليس لتقييم السير الذاتية الفردية. ويقوم المجتمع العلمي في البلد بتحليل البيانات المتعلقة بأداء كل برنامج على مدى السنوات الثلاث السابقة.

وتقوم أيضًا «وكالة وزارة التعليم لتنسيق جهود الارتقاء بالعاملين في التعليم العالي» بتقييم مؤشرات أخرى، مثل مدى الاعتراف الذي تتلقاه بحوث أعضاء هيئة التدريس في المجتمع البحثي الدولي، ومدى تماسك واتساق وشمول المناهج الدراسية والبنية التحتية للتعليم والبحوث والتعليم المستمر؛ ومدى مشاركة الطلاب في البحوث؛ ومدى إسهام أعضاء هيئة التدريس في الإشراف على طلاب الدكتوراة.

هناك عدة نظم للتصنيف في مختلف أنحاء العالم، تتضمن أيضًا مُعَامل التأثير للدوريّات، وكذلك الاستشهادات ضمن مؤشراتها، وتتمتع باعتراف المجتمع العلمي. وأحد تلك النظم هو التصنيف الأكاديمي لجامعات العالم (المعروف أيضًا باسم تصنيف شانجهاي)، الذي ألهم بإنشاء «شبكة التصنيف» Webometrics للجامعات على مستوى العالم.

هيلينا ب. نادر، الجمعية البرازيلية لتقدم العلوم، ساو باولو، البرازيل.
hbnader.bioq@epm.br
جاكوب باليس، الأكاديمية البرازيلية للعلوم، ريو دي جانيرو، البرازيل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيتر هَتِنلوكر

(2013 – 1931)

عالِم الأعصاب الذي أظهر تشكُّل التشابكات العصبية وتقليمها أثناء تطوّر الأطفال.

أظهر بيتر ريتشارد هَتِنلوكر ـ عالِم الأعصاب الرائع في لطفه، وصاحب الهدوء الفائق ـ أن المليارات من نقاط التشابك العصبي (مناطق الاتصال بين خلايا المخ التي تتوسط عمليتي التعلُّم والذاكرة) تتولّد في القشرة الدماغية البشرية خلال الأشهر الأولى من الحياة. وهو الذي سجّل أيضًا الاكتشاف الأكثر إثارةً للدهشة بأنّ الكثير من هذه التشابكات يُقضَى عليها خلال السنوات اللاحقة، بمجرّد أن يحقِّق الأطفال الخطوات الأكثر أهمية من مراحل تطوّرهم، كالمشي، والكلام.

هذه الفكرة ـ التي تفيد بأنّ زوال أو «تقليم» نقاط التشابك العصبي هو جزء من التعلّم، تمامًا مثل تَكَوُّن هذه النقاط ـ أثّرت على مجالات شديدة التنوع، مثل علم الأعصاب التطوّري، وتطوّر الطفل، وتعلّم اللغة الأمّ.

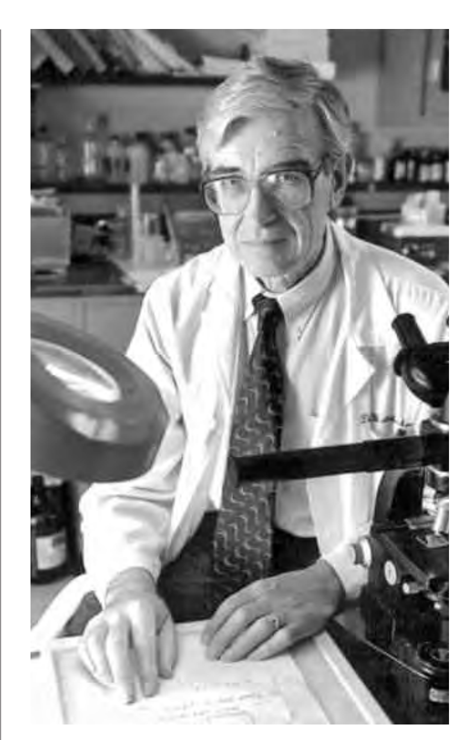
وُلد هتِنلوكر ـ الذي وافته المنيّة بسبب الالتهاب الرئوي في 15 أغسطس 2013، بعد صراع طويل مع مرض الشلل الرّعّاش «باركنسون» ـ في أوبرلانشتاين باي كوبلنز، ألمانيا، في عام 1931. رفضت والدته ـ مغنية الأوبرا ـ الانضمام إلى الحزب النازي، وهربت إلى الولايات المتحدة في عام 1937، تاركةً بيتر الصغير وإخوته؛ ليربيهم والدهم الكيميائي.

لقد أسهمت تجارب هتِنلوكر ـ كطفل شاهد على النازية خلال الحرب العالمية الثانية، وعلى التضوّر جوعًا، ومعاناة الناجين الألمان في المناطق الروسية والفرنسية في ألمانيا بعد الحرب ـ في اهتمامه مدى الحياة بالأخلاق، والمعنويات، والسلوك البشري.

وفي عام 1949، عندما بلغ 18 عامًا من عمره، سافر إلى الولايات المتحدة مع شقيقه الأكبر دايتر لزيارة والدته؛ وقرّر البقاء هناك. وبعد فترة وجيزة من وصول بيتر، التحق بجامعة بافالو في نيويورك، حيث التقى بزوجته المستقبلية، جينلن بيرنز، التي واصلت طريقها حتى أصبحت ناجحةً في علم النفس المعرفيّ.

تخرّج بيتر في كليّته بدرجة امتياز مع مرتبة الشرف في الفلسفة في عام 1953، وتزوّج من جينلن بعد ذلك بعام. وانتقلا معا إلى جامعة هارفارد في ولاية ماساتشوستس، حيث حصلت هي على شهادة الدكتوراة في علم النفس، وحصل هو على شهادة كلية الطبّ في جامعة هارفارد، وتخرّج بدرجة امتياز في عام 1957. بعد فترة التدريب كطبيب مقيم، ودرجتي زمالة بحثية، أمضى هتِنلوكر بضع سنوات كمدرّس في جامعة هارفارد، تلتها ثماني سنوات كأستاذ مساعد، ثم أستاذ مشارك في طب الأطفال وعلم الأعصاب في كلية الطب بجامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت. وفي عام 1974، انتقل مع جينلن إلى جامعة شيكاغو في ولاية إيلينوي، حيث أمضى بقية حياته العمليّة. وهناك، كان أستاذًا في طب الأطفال وعلم الأعصاب، والرئيس المؤسِّس لعلم أعصاب الأطفال.

في منتصف السبعينات من القرن العشرين، بدأ هتِنلوكر بدراسة تشكُّل نقاط التشابك العصبي في أدمغة الأطفال واليافعين الأصحاء الذين لقوا حتفهم لأسباب مختلفة. ووضع خريطة المسار التطوري لتكوُّن مناطق التشابك في قشرة الدماغ منذ الفترة المحيطة بالولادة، حتى المراحل المبكرة من سنّ الرشد، وذلك باستخدام المجهر الإلكتروني، وبالقيام بكثير من العمل بنفسه. كان قد خطّط في الأساس لمقارنة أدمغة الأطفال المصابين بالإعاقة الذهنية بتلك التي لدى الأطفال غير المعاقين ذهنيًّا، ولكن ـ وكما كَتَبَ لاحقًا في بحث حول هذا الموضوع ـ سرعان ما اكتشف أن «النتائج التي توصّل إليها في الأفراد الطبيعيين كانت أكثر إثارة للاهتمام من مثيلتها لدى غير الطبيعيين».



JAMES BALLARD/UNIV. CHICAGO MEDICINE

وجد هَتِنلوكر أن عدد نقاط التشابك العصبي يتضاعف أكثر من عشر مرات خلال السنة الأولى التالية للولادة. وكان هذا الاستنتاج منطقيًّا، نظرًا إلى الحاجة إلى وصلات التشابك لتشكيل الدّارات العصبيّة التي تشكِّل أساس القدرات الجديدة والذكريات في السنة الأولى من عمر الطفل. وما يثير الدهشة أنّ العدد الإجمالي من نقاط التشابك العصبي ينخفض بشكل كبير في وقت ما خلال السنة الثانية من العمر. وأظهر هَتِنلوكر أن تقليم مناطق التشابك يستمر على مدى عدة سنوات، عندما يبدأ الأطفال باكتساب اللغة، وتعلُّم الجري، والذهاب إلى المدرسة، ليستقر عدد التشابكات الإجمالي في مرحلة المراهقة.

وكان اكتشاف هَتِنلوكر لغزارة تكوُّن نقاط التشابك العصبي ثم تقليمها سابقًا لوقته بعشرين سنة، أو أكثر. واليوم، معظم الأفكار التي تتعلق بتطوّر الدماغ البشري، من أَدَقِّها مجهريًّا إلى تلك المرئية إلى الاجتماعية، تُسْتشَفّ من عمله. على سبيل المثال.. يدرس الباحثون الآن الآليات التي تتحكم في التقليم، والاحتمالات التي توفّرها لُدُونة التشابكات، وكيفية استخدام فهم تطوّر التشابك لتحسين التدخلات التعليمية المبكرة، وتعلُّم اللغة، أو تدريس الموسيقى. والأكثر من ذلك.. في العقد الماضي، أشارت معظم نماذج اضطراب طيف التوحّد إلى أن الأشخاص المصابين بالتوحّد قد لا يكون عدد التشابكات في أدمغتهم أقلّ منه لدى سواهم من غير المصابين به، ولكنهم ـ بدلًا من ذلك ـ يُبْدون عيوبًا في التخلّص من التشابكات العصبية التي تخضع للتقليم عادة.

واصل هَتِنلوكر عمله على نقاط التشابك العصبي طوال السبعينات من القرن الماضي. وكان مِنْ بين أوّل مَنْ لاحظ أن أدمغة الأفراد ذوي الإعاقة الذهنية تحتوي على العدد نفسه من نقاط التشابك العصبي الذي تحتويه أدمغة غير المعاقين ذهنيًّا، إلا أنها تميل إلى الاختلاف في شكلها. هذا الاكتشاف للعلاقة بين شكل التشابك وأدائه الوظيفي هو عنصر رئيس آخر في فهمنا لِلُدُونةِ الدماغ والتعلّم. كما قدّم عددًا كبيرًا من الإسهامات الأخرى، فقد اكتشف ـ على سبيل المثال ـ أن الشكل الموروث للصرع يرتبط بتشوه دماغي بسيط، وأحرز تقدّمًا في فهم وعلاج مجموعة مختلفة من حالات أمراض الطفولة العصبية، مثل التصلّب الدرني.

كان عشق بيتر الأكبر يتمثل في التدريس، وأبحاثه، ورعاية أعداد لا حصر لها من الأطفال المصابين بحالات دماغية ممّن لجأوا إليه طلبًا للعلاج، لكنه كان يستمتع أيضًا بالموسيقى الكلاسيكية، والعزف على المزمار، والعمل في الحديقة، والخَبْز. وقد استمتع للغاية بأطفاله الثلاثة (الذين اختاروا جميعًا مِهَنًا رائعة)، وأحفاده الأربعة.

سوف تظل ذكراه وضّاءة بفضل عمله الرائد والخيالي على تطوّر التشابكات العصبية البشرية، وسوف يذكره أيضًا العديد من المرضى الذين أسهمَ في تحسين حياتهم، والعديد من الأطباء والطلاب الذين درّبهم في السنوات التي قضاها في جامعتي ييل، وشيكاغو. ■

كريستوفر أ. والش باحث في معهد هوارد هيوز للطب، رئيس قسم الوراثة والجينوم في مستشفى بوسطن للأطفال، وأستاذ طب الأطفال في كلية طب هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس. كان تلميذًا لبيتر هَتِنلوكر في جامعة شيكاغو، إلينوي.

البريد الإلكتروني: christopher.walsh@childrens. harvard.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ديفيد هنتر هابل

(2013 - 1926)

عالِم الأعصاب الذي أسهم في الكشف عن كيفية معالجة المخ للمعلومات البصرية.

بوفاة ديفيد هنتر هابل في الثاني والعشرين من سبتمبر الماضي، خسر العالَم عالِمًا عظيمًا في مجال علوم الأعصاب. ليس هذا فحسب، بل خسر أيضًا أحد المؤيدين والمتحمّسين للأبحاث الصغيرة التي يمكنها أن تكون واحدةً من أقوى الوسائل للوصول إلى الاستكشافات.

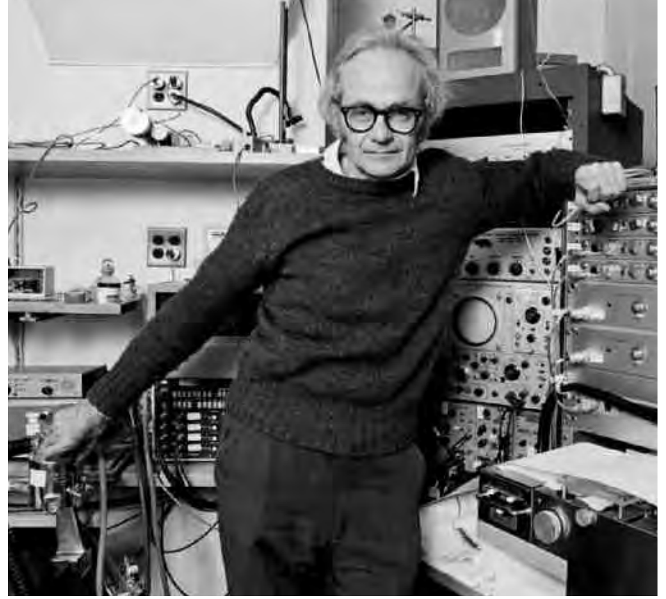
درس هابل الدوائر المخية المسؤولة عن عملية الإبصار، بالتعاون مع طبيب الأعصاب تورستن ويزيل. وقد أعطى هذا الثنائي ـ بدراستهما لكل خلية عصبية على حدة ـ فهمًا جديدًا للدائرة القشرية التي تحتوي على ملايين الخلايا العصبية، وعلى مئات الملايين من الوصلات.

وُلِدَ هابل في وندسور بكندا، وترعرع في مونتريال. كان والده يعمل مهندسًا كيميائيًّا؛ فاتخذ هابل في صباه من الإلكترونيات والكيمياء وسيلة للتسلية. وفي عام 1947، تخرَّج في جامعة ماكجيل بمونتريال، حاصلًا على درجة البكالوريوس في الرياضيات والفيزياء، ثم بعد ذلك أقدم على الالتحاق بكلية الطب بجامعة ماكجيل أيضًا.

حصل هابل على شهادة الدكتوراة في الطب عام 1951، وتدرَّب في مجال علم الأعصاب كزميل بكلية الطب جامعة جون هوبكينز في بالتيمور بولاية ميريلاند، ولكن تعطلت دراساته قليلًا باستدعائه لأداء خدمته العسكرية في الجيش الأمريكي. وفي عام 1958، وجَّه ستيفين كوفلر ـ اختصاصي علم البيولوجيا العصبية ـ الدعوة إلى هابل؛ للالتحاق بمختبره، والعمل جنبًا إلى جنب مع ويزيل في «معهد ويلمر للعيون» بجامعة جون هوبكينز؛ لتكون بداية خمسة وعشرين عامًا من التعاون المشترك الفعّال. في الواقع، وبسبب كونهما يعملان قريبًا جدًّا من بعضهما البعض، وقيامهما بنشر الكثير من الأعمال معًا، فقد اعتقد بعض الناس أنهما كانا شخصًا واحدًا اسمه هابل ن. ويزيل.

في عام 1959، انتقل هابل وويزيل مع كوفلر إلى كلية هارفارد للطب في بوسطن بولاية ماساتشوستس. وفي الوقت الذي بدأ فيه تجاربهما في أواخر الخمسينات، لم تكن القشرة البصرية قد اكتُشِفت بعد. وفي كتابهما «المخ والإدراك البصري» *Brain and Visual Perception* ـ الذي صدر في عام 2004 (مطبعة جامعة أكسفورد) ـ شبَّه ويزيل «عملية اقترابهما هو وديفيد من القشرة البصرية بمستكشفَين لعالَم جديد».

أوضح كوفلر خلال فترة الخمسينات أن وجود بقع مضيئة في جزء صغير من مجال رؤية الأرنب أثار إشارات قوية في خلايا عصبية معينة في الشبكية، وخلايا عصبية أخرى قريبة منها متداخلة معها في المجالات المستقبِلة. وقد كشف ذلك عن أن المعلومات البصرية خلال انتقالها من الخلايا المستقبِلة للضوء إلى الخلايا العصبية الخارجة من الشبكية، تُفكّك إلى صورة مشابهة للأعمال الفنية المنقطة لجورج سيورات، إلا أن ما بقي لغزًا هو كيفية إعادة تخليقها لتكوين صورة كاملة للعالَم، كتلك التي تراها العينان.



IRA WYMAN/SYGMA/CORBIS

توصَّل هابل وويزيل إلى أن بقع الضوء التي نشطت الخلايا العصبية بكلٍّ من الشبكية، والنواة المنحنية الجانبية (وهي نقطة انتقالية بين الشبكية والقشرة البصرية) بشكل قوي للغاية، لم يكن لها تأثير على الخلايا العصبية الموجودة في القشرة البصرية. ثم لاحظ الثنائي ذات ليلة أن رؤية طرف واحد من الشرائح المحفِّزة جعلت الخلايا العصبية بالقشرة البصرية تستجيب استجابةً شديدة. وبالإضافة إلى ذلك.. كانت هناك خلايا عصبية (تستشعر أطراف الشرائح المحفِزة) تستجيب للمعلومات القادمة من العينين كلتيهما.

بهذا.. اكتشف هابل وويزيل الخطوات الأولى التي تتم في الدائرة البصرية لإعادة تجميع صورة العالَم التي نراها بالعينين. وقدَّما اكتشافاتهما في دراستين مكتوبتين بشكل رائع في «دوريّة علم وظائف الأعضاء» *The Journal of Physiology* في عامي 1959، و1962.

في الأعوام التالية، اكتشف هابل وويزيل أن الأعصاب المستجيبة للخط أو الطرف ذاته متجمِّعَة في أعمدة رأسية، وممتدة من السطح الخارجي للقشرة البصرية إلى المادة البيضاء الداخلية الخاصة بها، وأنّ الأعصاب ذات أفضل استجابة لمحفِّزات العين اليمنى أو اليسرى متجاورةٌ، وفي تجمُّعات رأسيّة.

بدا بناء هذه الأعمدة في غاية الاتقان، لدرجة أن الباحثين اعتقدوا ـ في بادئ الأمر ـ أنها توصيلات سِلكيّة. ومن خلال الدراسات التي أجريت على القطط والقردة بعد إغلاق عين واحدة، مثل الأطفال الذين يعانون من مياه بيضاء خِلْقِيّة بالعين، وجد هابل وويزيل أن الخبرة البصرية قد تغيِّر الدوائر المُخِّيَّة، حيث لاحظا أنه عندما تكون عينٌ واحدة معاقَةً، تختطف العين السليمة الدوائر القشرية التي كانت من المفترَض أن تكون موزَّعة بالتساوي على العينين. وهذا الاكتشاف كان أوّل مثالٍ عن كيفية تَمكُّن الخبرة من تغيير دوائر المخ.

وفي عام 1981، حصل هابل وويزيل على جائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب، نتيجةً للدراسات التي قاما بها عن كيفية معالجة القشرة البصرية للمعلومات، مناصفةً مع عالِم البيولوجيا العصبية روبر سبيري.

كان ديفيد عاشقًا للفن والموسيقى طوال حياته، ففي بعض الليالي ـ عندما كنتُ طالبةً في مرحلة الدكتوراة في معمله هو وويزيل في السبعينات ـ كان الصوت الآسِر لآلة الفلوت الخاصة به ينساب من معمله إلى الأروقة. وكان أيضًا يستمتع بصناعة أدواته بنفسه، مثل القطب المجهري المصنوع من التّنْجِسْتِن، غالبًا باستخدام المخرطة الموجودة في المختبر.

كان إرثه الكبير بعد أطفاله (كان له ثلاثة أبناء من زوجته روث) هو شغفه بالأبحاث الأوّلية المبنيّة على الاكتشاف. ونقلَ هذا الحماس إلى جيوش من الخريجين وطلبة الطب في محاضراته الساحرة، حيث كان في الغالب يستخدم الخدع البصرية؛ ليربط العلم والنظام البصري بالفن وجماله والإدراك البصري.

أعرب ديفيد عن قلقه بشأن البحث في مجال الطب الحيوي: فالمختبرات الكبيرة التي تديرها الجامعة منشغلة جدًّا بكتابة طلبات المنح، وإدارة تلك المعامل؛ لتتمكن من تنفيذ التجارب الخاصة بها. وبعد أن أغلق معمله الخاص، عقد ندوةً حضرها طلاب جامعيُّون بجامعة هارفارد، قام خلالها بتدريس مبادئ علوم الأعصاب، والتقنيات العملية المستخدَمة في المعامل، بما فيها كيفية استخدام المخرطة، ولحام لوحة إلكترونية، وكيفية النظر من خلال المجهر.

أظهر ديفيد لأجيالٍ من العلماء الناشئين والأطباء كيف أنّ العِلْم يمكن أنْ يتحوَّل إلى فن، والعكس صحيح أيضًا. ويعود الفضل إليه في تغيُّر فهمنا للمخ والإدراك تغيُّرًا شديدًا. ■

كارلا ج. شاتز مديرة مركز بايو إكس، وأستاذة البيولوجيا وعلوم الأعصاب بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا. وفي الفترة من عام 1971 إلى 1976 كانت طالبة دكتوراة، وكانت زميلًا مساعِدًا مع ديفيد هابل بكلية الطب بجامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس.

البريد الإلكتروني: cshatz@stanford.edu

أبحــــاث

أنبـاء وآراء

الفيزياء الفلكية بعض المستعرات العظمى شديدة السطوع ليست انفجارات نووية لنجوم هائلة الكتلة **ص. 60**

معالجة المياه بَحْثٌ يكشف وجود شُحّ في بيانات إنتاج مياه الصرف حول العالم، ومعالجتها، واستعمالها **ص. 63**

المتلازمة الأيضيّة الفئران غير القادرة على أيض الفركتوز تتمتع بصحة أفضل **ص. 64**

الفيزياء الكمية

مراقبة انهيار الدّالّة المَوْجِيّة

تم تعقب المسار العشوائي المتواصل للحالة الكمية لنظام فائق التوصيل مع تغير الحالة خلال القياس. وتفتح النتائج إمكانية توجية النظم الكمية إلى حالات مرغوبة.



الشكل 1 | عن الفراشات والمسارات الكمية. أجرى ميرش وزملاؤه[1] قياسات على نظام كمي، مكنتهم من تعقب المسار الكمي المتواصل لحالة النظام عندما تنهار إلى حالة نهائية أثناء عملية القياس. والقياسات التي تبدأ من وضع البداية نفسه ستحقق مسارًا كميًّا مختلفًا. وفي نهاية المطاف، تنتهي بحالة النظام الكمي الأرضية أو المُثارة. تناظر هذه العملية مراقبة فراشات تتخذ طريقها، واحدة تلو الأخرى، من قفص؛ لتعبر حقلًا إلى إحدى شجرتين متجاورتين (وهما في هذا المثال الحالتان الأرضية، والمُثارة). كل وتيرة لرحلة الفراشة تشبه إجراء التجربة مرة واحدة.

أندرو ن. جوردَن

القياسات الكمية المتواصلة لنظامٍ تستنطق النظام بلطف. والانهيار المفاجئ عادة للدالة الموجية، الذي يقع عمومًا عند القياس، يحدث تدريجيًّا عبر فترة زمنية. والآن، تتيح تطورات النظم الكمية فائقة التوصيل للعلماء أن يتعقبوا "مسارًا كميًّا" بعينه بما يصف مسارًا عشوائيًّا متواصلًا تتخذه حالة كمية لدى انهيارها من تراكب كمي إلى إحدى حالاتها الكلاسيكية المتاحة. وكان ميرش وزملاؤه[1] قد أوردوا مؤخرًا بدوريّة "نيتشر" تقريرًا حول تجربة تؤكد نظرية المسارات الكمية، وتُطوِّر طريقة للتحكم الكمي في نظم الحالة الصلبة.

شهد العقد الماضي تقدمًا تقنيًّا ضخمًا في مجال النظم الكمية فائقة التوصيل. وكانت أبحاث التحكم والقياسات الكمية لنظم منفردة قد هيمن عليها ـ حتى وقت قريب ـ مجال البصريات الكمية، الذي يتناول الفوتونات والذرات[2]، لكن تقنيات تصنيع ذرات من صنع الإنسان في صورة نظم فائقة التوصيل (تظهر مستويات طاقة منفصلة وأوقات تماسك كمية طويلة ضرورية لإجراء عمليات متعددة على النظم قبل أن تصبح فعلا أشياء كلاسيكية) أنتجت بشكل متواصل مرّات تماسك أطول. في سنة 2000، كانت فترات التماسك النموذجية لمثل تلك النظم الكمية فائقة التوصيل 10 نانوثانية، بينما هي اليوم تفوق 100 مايكروثانية، بزيادة 10 آلاف مرة.

استخدمت تجربة ميرش نوعًا جديدًا نسبيًّا من النظم، يسمى "ترانسمون" ثلاثي الأبعاد[3]. هذا النظام عنصر فائق التوصيل يُوصَف بواسطة حالة أرضية (بأقل طاقة) وأول حالة مُثارة، ويُحفظ عند درجة حرارة منخفضة. يمكن اكتشاف حالة النظام الكمية بوضع العنصر فائق التوصيل داخل صندوق موجات دقيقة (مايكروويف). يعمل المِكشاف بطريقة مماثلة لأفران المايكروويف القابعة في مطابخ كثيرة، حيث تُرسَل الموجات الدقيقة إلى الصندوق، وتتفاعل مع النظام فائق التوصيل. بسبب فرن المايكروويف دوران واصطدام جزيئات الماء بالجزيئات المجاورة حتى يتم امتصاص الموجات الدقيقة وتحويل الطاقة مباشرة لتسخن الماء في الطعام.

وعلى النقيض من ذلك، فالترانسمون فائق التوصيل مثبت في مكان، والموجات الدقيقة بعيدة في رنين مع التردد اللازم لدفع النظام بين حالتيه الأرضية، والمُثارة، حتى لا يحدث امتصاص. وهذا يسبب تفاعلًا غير مباشر بين فوتونات الميكروويف والنظام الكمي. تعود الموجات الدقيقة خارج الصندوق من خلال بوابة منفصلة، وتُستخرَج المعلومات عن النظام الكمي من تحوُّل في الطور (حيث تصبح للموجة قِمَم وقِيعان) تخضع له الموجات في الصندوق. وهذا ممكن، لأن فيزياء التفاعل بين الموجات الدقيقة والنظام فائق التوصيل مفهومة جيدًا، ويمكن استخدامها لمعايرة المخرجات للاستدلال على حالة النظام.

وهناك عنصر مهم في هذه التجربة، هو أنها تستغرق وقتًا لقياس النظام بالكامل. ورغم وجود معلومات عن النظام الكمي في الموجات الناتجة، إلا أنها ذات قدر قليل من المعلومات. وذلك نظرًا إلى أن فوتونات المايكروويف تبدي ضوضاء كمية تخفي إسهام النظام. يسمى هذا الوضع أحيانًا "مكشافًا ضعيف الاستجابة"[4]، وتسمى القياسات الكامنة "قياسات ضعيفة"[5]. ونتيجة لذلك.. يمكن

للمرء بعد جمع قدر كاف من البيانات، تمييز إشارة النظام من ضوضائه، وتحديد حالة انهيار النظام النهائية.

وأثناء عملية جمع البيانات، استخدم ميرش وزملاؤه شكليّة المسارات الكمية؛ لاستنباط حالة النظام الكمي من تيار الموجات الدقيقة المتواصل. تدرك هذه الشكلية أن عملية جمع البيانات متواصلة، ولذلك تستخدم معلومات تحتويها القياسات الضعيفة لتحديث الحالة الكمية في ضوء المعلومات الجديدة الواردة. وندرة المعرفة المتحصلة من البيانات عن النظام تعني أن الاضطراب الحاصل للنظام صغير، ولذا.. فحالة النظام المحدَّثة قريبة من الحالة الأصلية. ثمّ تُكرَّر هذه العملية كلما جمعت بيانات أكثر، مما يولد المسار الكمي، حيث تتبع الحالة حركة منتشرة في الزمن. هكذا، راقب ميرش وزملاؤه حرفيًّا الدالة الموجية تنهار بشكل متواصل حتى الحالة النهائية بإجراء التجربة مرة واحدة.

وطريقة متابعة الحالة الكمية في الزمن تماثل مطاردة فراشة أطلقت من قفص (انظر الشكل 1). وبافتراض أن كل فراشة تطير بشكل متعرج، لكن بنهاية المطاف تعبر الحقل لتهبط على إحدى شجرتين، ولو أطلقت فراشة أخرى في الظروف الأولى نفسها، فستتبع مسارًا متعرجًا مختلفًا. إذن، لا يمكن التنبؤ بوتيرة طيران الفراشة، لكن بعد مراقبة كافية لفراشات تقوم بالرحلة، يمكن إجراء تنبؤات إحصائية لأسئلة مثل: أي شجرة ستهبط عليها الفراشة؟ ما هي مدة الرحلة؟ ما هو متوسط مسار الرحلة لو هبطت الفراشة على الشجرة الأولى[6]؟ وبالطريقة نفسها، ورغم كون أي مسار كمي فردي عملية عشوائية، يمكن طرح أسئلة إحصائية مماثلة، مثل: ما هو احتمال أن ينتهي النظام في حالة مُثارة؟ ما هو متوسط زمن الوصول لذلك؟ ماذا سيكون متوسط المسار الكمي، لو انتهى في الحالة المُثارة؟ أحد التنبؤات النظرية التي اختُبرت بنجاح في هذا العمل أن المسار الكمي في وقت محدد يعتمد فقط على الإشارة الإجمالية المدمجة للمكشاف؛ وصولًا إلى النقطة الزمنية.

عندما تطارد الفراشة، ستغير مسارها؛ استجابة لكونها متعقَّبة، مما يفتح احتمال توجيه الفراشة حيث تريد أنت. وبالمثل، تطرح إمكانية مراقبة المسارات الكمية أيضًا إمكانية توجيهها باستخدام مراقبة ردود الفعل، حيث معامِلات التحكم للنظام الكمي تتغيَّر ديناميكيًّا؛ استجابة لمحصلة القياس. وفي الواقع، نشر الفريق البحثي نفسه بالفعل نتائج تجربة تضع مثل هذا التحكم موضع التنفيذ لتحقيق استقرار ديناميات نظام قيد القياس المتواصل[7].

وتُظْهِر البيانات المنشورة تأثير تمديد القياس في القياسات المتواصلة[8,9]. ولأن المكشاف يعطي معلومات جزئية فقط عن الحالة الكمية، هناك إمكانية أن "تقلب" مخرجات المكشاف حُكمها عن حالة النظام. لاحظ الباحثون عدة مرات أن المسار الكمي أعاد الحالة إلى حيث بدأت. فالمكشاف قاس النظام بعض الوقت، مسببًا انهيار حالة النظام جزئيًّا، ثم قاس مرة أخرى لبعض الوقت، ممدِّدًا حالة النظام.

تعزِّز هذه التجربة نظم الحالة الصلبة أكثر كلاعب محوري في معالجة النظم الكمية المنفردة والتحكم بها، وهي مجال الأبحاث الفائزة بجائزة نوبل للفيزياء عام 2012، التي فاز بها سيرج هاروش وديفيد واينلاند[10]. تفتح التجربة الباب لآفاق بحثية أبعد في التحكم الكمي وتغذية المرجوع الكمية، وتظهر الأهمية الأساسية للأفكار الجديدة في القياس الكمي الضعيف والمتواصل، وهو مجال لقي تجاهلًا كبيرًا حتى وقتٍ قريب في فيزياء الحالة الصلبة، لكن يبدو الآن أنه في "مسار" الصعود. ■

أندرو ن. جوردَن يعمل بقسم الفيزياء وعلم الفلك، جامعة روتشستر، روتشستر، نيويورك 14627، الولايات المتحدة؛ وبمعهد الدراسات الكمية، جامعة تشابمَن، أورنج، كاليفورنيا 92866، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: jordan@pas.rochester.edu

1. Murch, K. W., Weber, S. J., Macklin, C. & Siddiqi, I. *Nature* **502,** 211–214 (2013).
2. Wiseman, H. M. & Milburn, G. J. *Quantum Measurement and Control* (Cambridge Univ. Press, 2010).
3. Devoret, M. H. & Schoelkopf, R. J. *Science* **339,** 1169–1174 (2013).
4. Korotkov, A. N. *Phys. Rev. B* **60,** 5737–5742 (1999).
5. Aharonov, Y., Albert, D. Z. & Vaidman, L. *Phys. Rev. Lett.* **60,** 1351–1354 (1988).
6. Chantasri, A., Dressel, J. & Jordan, A. N. Preprint at http://arxiv.org/abs/1305.5201 (2013).
7. Vijay, R. *et al. Nature* **490,** 77–80 (2012).
8. Korotkov, A. N. & Jordan, A. N. *Phys. Rev. Lett.* **97,** 166805 (2006).
9. Katz, N. *et al. Phys. Rev. Lett.* **101,** 200401 (2008).
10. Georgescu, I. *Nature Phys.* **8,** 777 (2012).

فيزياء حيوية

طريق وعر لعبور حاجز

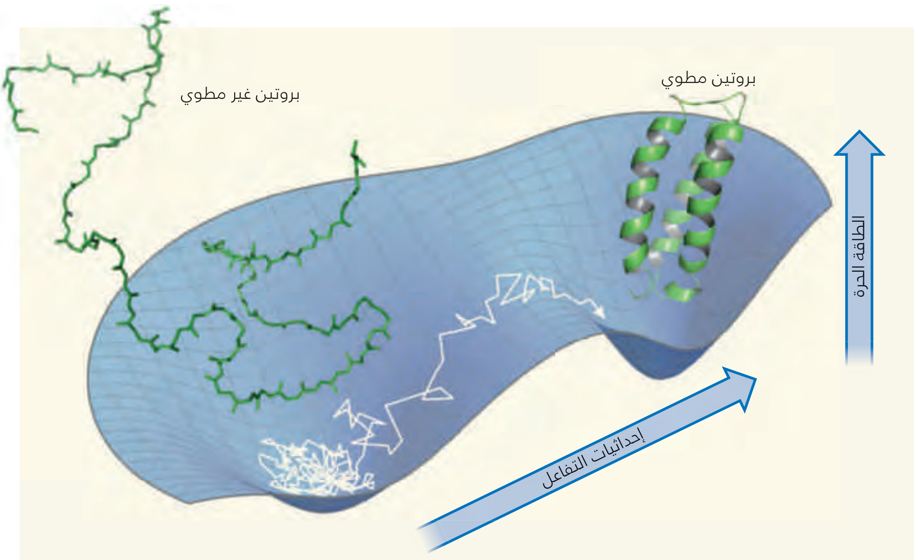
يتم توصيف ديناميكيات التفاعلات الكيميائية في المحاليل من خلال نظرية كرامرز. أما المعالم المتضمَّنة، فقد استعصت على القياس المباشر. وتبيِّن دراسة عن طي البروتين كيفية التغلب على هذه المشكلة.

بنيامين شولر، وجاين كلارك

تتباين البروتينات في أشكال مختلفة من أجل القيام بوظائف معقدة. توفر الحركة العشوائية لجزيئات الماء المحيطة بالبروتين مَعِينًا لا ينضب من "الركلات" الحرارية، التي هي بمثابة القوى الجزيئية الدافعة لديناميكية التشكّل. ومن الغريب أن تحِدّ تلك الحركات الحرارية للمذيب من سرعة حركة الجزيئات الحيوية، فيما يسمى بتأثير احتكاك المذيب. وقد أصبح من الواضح، وبشكلٍ متزايد، أنه في بعض الحالات المهمة يكون الاحتكاك داخل جزيء البروتين هو العائق الرئيس للديناميكية الجزيئية الخاصة به. وفي العدد الأخير من شهر أكتوبر الماضي من دوريّة *Nature* يورد تشانج وإيتون[1] تقريرًا عن أحد أكثر الدراسات تأثيرًا حتى الآن، وفيها تم تحديد كمية تأثير مثل ذلك الاحتكاك الداخلي على الديناميكية من خلال ملاحظة بروتين أثناء عملية طيّه. ومن المبهر أن النتائج لها آثار أبعد بكثير من مجرد عملية طيّ البروتين.

تعتمد أكثر الطرق شيوعًا لفهم سرعة التفاعلات الكيميائية على فكرة "عبور الحاجز". في أبسط الحالات التي تُشرح في كتب الكيمياء، قد يكون هذا الحاجز عبارة عن الطاقة اللازمة لكسر رابطة كيميائية واحدة لجزيء في الحالة الغازية. أما المفهوم العام لفكرة عبور الحاجز، الذي وضعه الفيزيائي الهولندي هانز كرامرز، وتم نشره عام 1940[2]، فيمكن تطبيقه على عمليات أكثر تعقيدًا[3] مثل التفاعلات في المحاليل، وحتى عمليات طي البروتين[4].

تتطلب المعادلة اللازمة لمثل هذا الوصف المبسط لحركية التفاعلات مكونين أساسيين: شكل "سطح الطاقة الحرة" المناسب، الذي يصف خصائص النشاط والتدهور



الشكل |1 عبور الحاجز أثناء طيّ البروتين يمكن وصف عديد من العمليات الجزيئية من خلال مرور جسيم على سطح الطاقة الحرة، يصوِّر التأثير الشامل لكل من تغيرات الطاقة والأنتروبيا على طول إحداثيات مختارة بعناية؛ لتمثل التقدم في مسار التفاعل. وأمامنا هنا جزيء بروتين منبسط، يقبع في قاع سطح الطاقة الحرة. وحتى يصل البروتين إلى حالة الطيّ القابعة في قاع مجاور، يتعين عليه عبور حاجز للطاقة الحرة. يوضح السهم الأبيض مسار انتشار الجزيء على سطح الطاقة الحرة. وقد استخدم تشانج وإيتون[1]، تجارب ضوئية على الجزيء الواحد لتتبع ديناميكية تلك العملية في الجزء العلوي من الحاجز.

(الإنتروبيا) لنظام التفاعل في حالة الاتزان، بالإضافة إلى مقدار قُوى الاحتكاك التي تحدد سرعة تحرك النظام على سطح الطاقة الحرة. يقضي أي جزيء معظم الوقت في قيعان الطاقة الحرة (الحدود الدنيا لسطح الطاقة الحرة) وفي حالة طيّ البروتين، تمثل تلك القيعان كُلا من البروتين المطوي وغير المطوي (الشكل 1).

وتعتمد احتمالية عبور جزيء من قاع الى آخر (معدل حدوث التفاعل) على مدى ارتفاع الحاجز بين القاعين. وتعتبر أكثر الأحداث إثارة هي لحظة عبور الحاجز، التي تحتوي تقريبًا على كل المعلومات المتعلقة بتتابع الخطوات الجزيئية للتفاعل. ولأن الجزيئات تقضي وقتًا بالغ القصر في تلك المرحلة الانتقالية، تصعب ملاحظتها في تلك الأثناء.

نجح تشانج وإيتون وزملاؤهما العام الماضي[5] في قياس ذلك المسار الانتقالي في إطار الميكروثانية من خلال تسجيل الاستشعاع المنبعث من جزيئات البروتين المنفردة، وتحليل فوتون تلو الآخر باستخدامهم الماهر لنهج معروف تم استخدامه من قبل[6]. وقد تقدموا بتلك الدراسات خطوة حاسمة للأمام من خلال تتبع ديناميكية بروتين حلزوني صغير أثناء المرحلة الانتقالية، وبتفاصيل لم يسبق قياسها من قبل.

تم سابقًا الاستدلال على الخصائص التركيبية في قمة الحاجز أثناء طيّ البروتين، وذلك من خلال دراسة تأثير التغيُّر في تسلسل الأحماض الأمينية على حركية الطي[7]. وقد تمت دراسة المقاييس الزمنية لعملية عبور الحاجز باستخدام تجارب القفزات الحرارية المستحثة بالليزر[8] (والتي يتم فيها تسخين مجموعات من الجزيئات من خلال تشعيعها بضوء الليزر)، وذلك للحواجز الصغيرة جدًّا، ومؤخرًا باستخدام قياسات الجزيء الواحد[9،5].

ورغم ذلك.. فإن قياس المكوّنات الرئيسية لتوصيف طيّ البروتينات، على غرار وصف كرامرز، لا يزال يمثل تحديًا مضنيًا، وبشكل خاص تقدير دور الاحتكاك الداخلي وكيفية تغيّره أثناء عملية الطيّ. وقد أظهرت بعض الدراسات السابقة أن الاحتكاك الداخلي قد يكون عاملًا حاسمًا في حركة الطيّ[11،10]، حيث إنه من الممكن أن يكون محصورًا بشكل كبير في مناطق معينة على سطح الطاقة الحرة[12]، ويزداد تأثيره كلما ازداد اكتناز البروتين غير المطوي[13]. وفي الوقت الحالي، قام تشانج وإيتون بدراسة طبيعة ذلك الحاجز بقياسات مباشرة من جزيئات منفردة.

واستطاع الباحثون قياس أزمنة المسار الانتقالي لأحد البروتينات (والمسمَّى α3D) كدالّة مع تغير درجة الحرارة ولزوجة المذيب، وذلك للكشف عن بصمات خاصة لكلٍّ من المذيب، والاحتكاك الداخلي. يفسر وجود عدد وافر من التفاعلات المتزامنة بداخل الجزيئات وفيما بينها، التي تبطئ من عملية عبور الحاجز، قابلية نظرية كرامرز للتطبيق في هذه الحالة. وعلى النقيض، تفشل تلك النظرية[3] في حالة الجزيئات الصغيرة حين يكون عبور الحاجز سريعًا جدًّا، بحيث لا يتمكن المذيب من مجاراته.

مكنت نتائج تشانج وإيتون من تقدير ارتفاع الحاجز مباشرة، وهي مهمة شاقة بشكل عام بسبب الإسهام الكبير للإنتروبيا في عملية طي البروتين، لكنها أيضًا مهمة حاسمة، لأن ارتفاع الحاجز هو أحد المحددات الرئيسة للحركة. استفاد الباحثون في نمذجة شكل سطح الطاقة الحرة من التطور في الطرق الحاسوبية المستخدمة في محاكاة طي البروتين بالتفاصيل الذرية[14]، الذي يتوافق بدرجة كبيرة مع النتائج المعملية لقياسات معدلات الطيّ وأزمنة المسار الانتقالي.

وبالرغم من ذلك كله، فهناك هدفان لا بد من تحقيقهما: تحديد تتابع الأحداث التي تقع في الجزء العلوي من الحاجز مباشرة من خلال تجارب الجزيء الواحد، وليس باستخدام المحاكاة الحاسوبية، ثم فهم الأصل الجزيئي للاحتكاك الداخلي. فلا يزال غير واضح ما إذا كان المتحكم الرئيس في الاحتكاك الداخلي هو الإعاقة الفراغية (الاصطدام بين المجموعات الكيميائية) أثناء الدوران حوال روابط السلسلة الببتيدية، أم التشكل العابر لبعض الروابط الهيدروجينية الداخلية، أم تجمعات المجموعات الكارهة للماء، أم تفاعلات أخرى قصيرة الأمد يتم كسرها حتى تمضي عملية التشكل قدمًا[12،10]. ومع ذلك.. فإن تقارب نتائج عدة تجارب متطورة على غرار ما أورده تشانج وإيتون مع نتائج المحاكاة الحاسوبية، هو تطورٌ واعد، لأنه سيعمق من فهمنا لآليات الديناميكية الحيوية على المستوى الجزيئي. وسيسمح لنا ذلك بتحديد متطلبات تطبيق نظرية كرامرز التي تُستخدم على نطاقٍ واسع لوصف العمليات الديناميكية في الفيزياء والكيمياء. ■

بنيامين شولر يعمل بقسم الكيمياء الحيوية، جامعة زيورخ، 8057 زيورخ ، سويسرا.
جاين كلارك زميل باحث أول لويلكوم تراست Wellcome Trust بقسم الكيمياء بجامعة كمبريدج، كمبريدج CB2 1EW المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: schuler@bioc.uzh.ch; jc162@cam.ac.uk

1. Chung, H. S. & Eaton, W. A. *Nature* **502,** 685–688 (2013).
2. Kramers, H. A. *Physica* **7,** 284–304 (1940).
3. Hänggi, P., Talkner, P. & Borkovec, M. *Rev. Mod. Phys.* **62,** 251–341 (1990).
4. Bryngelson, J. D. & Wolynes, P. G. *J. Phys. Chem.* **93,** 6902–6915 (1989).
5. Chung, H. S., McHale, K., Louis, J. M. & Eaton, W. A. *Science* **335,** 981–984 (2012).
6. Gopich, I. V. & Szabo, A. *J. Phys. Chem. B* **113,** 10965–10973 (2009).
7. Matouschek, A., Kellis, J. T. Jr, Serrano, L. & Fersht, A. R. *Nature* **340,** 122–126 (1989).
8. Yang, W. Y. & Gruebele, M. *Nature* **423,** 193–197 (2003).
9. Yu, H. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 14452–14457 (2012).
10. Wensley, B. G. *et al. Nature* **463,** 685–688 (2010).
11. Hagen, S. J. *Curr. Protein Peptide Sci.* **11,** 385–395 (2010).
12. Borgia, A. *et al. Nature Commun.* **3,** 1195 (2012).
13. Soranno, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 17800–17806 (2012).
14. Lindorff-Larsen, K., Piana, S., Dror, R. O. & Shaw, D. E. *Science* **334,** 517–520 (2011).

علم وظائف الأعضاء

الرقصة الأيضِيّة

يتوسط اثنان من المُستقبِلات النووية مرتبطان ببعضهما في أيض الدهون المتكرر يوميًّا، وذلك في نسيجين مختلفين باستخدام مرسال الدهون كواسطة. وقد يكون هذا المسار مفيدًا في فهم الاضطرابات الأيضية.

ديفيد د. موور

عندما نقرأ الورقة البحثية التي قدمها ليو وزملاؤه[1] في شهر أكتوبر الماضي، تتبادر إلى أذهاننا رقصة المينيوت الفرنسية، وكيف يتبادل فيها الراقصون شركاءَهم في الرقص وفق أنماط متكررة. في هذه الدراسة يُعد المُستقبِلان النوويان پار-ألفا (αPPAR) وپار-دلتا (δPPAR) اثنين من أصل ثلاثة نجوم في رقصة المينيوت الأيضية التي تنشط استخدام الدهون.

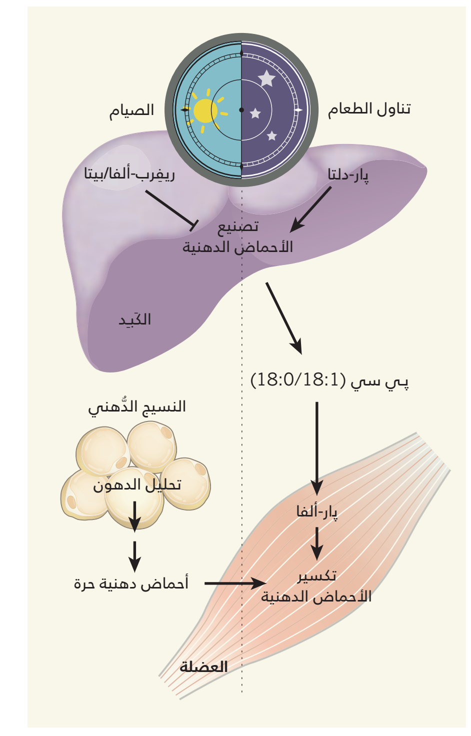
يقوم المُستقبِل النووي پار-ألفا بتوجيه استهلاك الدهون في العضلات والكبد، ويُعد هدفًا رئيسًا لفئة الفيبرات من الأدوية الخافضة للدهون، في حين يُعد المُستقبِل پار-جاما (PPARγ) ضروريًّا لنمو أنسجة الدهون البيضاء، مساهمًا بذلك في تخزين الدهون. وتعبير المُستقبِل پار-دلتا يكون على نطاق أوسع من المركبين السابقين، وهو أكثر غموضًا منهما، إذ إن وظائفه تتداخل مع كليهما، فهو يحفز تفكيك الأحماض الدهنية، ويزيد من قدرة العضلات على التحمل[2،3]. أما في الكبد، فهو يحفز تركيب الأحماض الدهنية، أو تصنيع الدهون، كما بيّن ليو وزملاؤه[4] سابقًا في أبحاثهم. وقد تبين مؤخرًا أن هذه الفعالية في تصنيع الدهون تولّد شريكًا يقوم بـ"مراقصة" پار-ألفا.

يأتي النمط المستمر لتلك الرقصة من النشاط اليومي للمُستقبِل پار-دلتا في الكبد (الشكل 1). فالفئران تأكل في الليل، وتخزّن السعرات الحرارية الزائدة على هيئة دهون. أما أثناء النهار، فيقوم مُستقبلان نوويان أيضًا ذوا نشاط دوري يومي، بمنع تكون الدهون في الكبد، وهما: ريفرب-ألفا (Rev-erbα)، وريفرب-بيتا[5] (Rev-erbβ). يقول ليو وزملاؤه إن التعبير الليلي لمجموعة فرعية من إنزيمات تصنيع الدهون الأساسية في الكبد تعتمد على المُستقبِل پار-دلتا. كما أنهم رصدوا مفاجأة، إذ وجدوا أن الفئران التي تفتقر أكبادها للمُستقبل پار-دلتا تعاني خللًا في امتصاص الدهون داخل العضلات أثناء الليل فقط. استنتج الباحثون أن الكبد ربما يقوم ليلًا بتكوين جزيء مؤشر يحفز العضلات لامتصاص الدهون عند فرزه. وبالفعل، فقد وجدوا أن مصل الدم الذي تم استخلاصه من الفئران العادية ليلًا بإمكانه تحفيز امتصاص الدهون بواسطة خلايا العضلات المُستزرعة، أما المصل المُستخلص من الفئران التي تفتقر أكبادها للمُستقبل پار-دلتا، فلا يمكنه فعل ذلك.

قامت دراسة مستفيضة بحصر العوامل التي تنقل تأثيرات المُستقبِل پار-دلتا عن طريق الدم إلى مجموعة معينة من الدهون، وقد ركز ليو وزملاؤه على نوع من كولين الفوسفاتيد (phosphatidylcholine) يُطلق عليه اسم پـي سي (18:1/18:0)، وبرهنوا على أن تعاطي هذا النوع تحديدًا من الدهن الفوسفوري، بصرف النظر عن أي نوعٍ آخر من مجموعة كولين الفوسفاتيد، يحفز امتصاص الأحماض الدهنية في خلايا العضلات، سواء في تجارب مختبرية (*in vitro*)، أم في الخلية (*in vivo*). وتُعدّ هذه السمة هي الأبرز لتنشيط المُستقبِل پار-ألفا، حيث تضاءل بشكل مستمر امتصاص الأحماض الدهنية المعتمد على پـي سي (18:1/18:0) كوسيط في خلايا عضلات الفئران التي تفتقر إلى المُستقبل پار-ألفا.

وهكذا، تبدأ هذه الرقصة في الليل حين يتم تنشيط المُستقبِل پار-دلتا الكبدي، ليزيد إنتاج پـي سي (18:1/18:0). وفي تبادل للشركاء، يعبُر پـي سي (18:1/18:0) من الكبد إلى العضلات، حيث ينضم إلى

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | تنظيم تمثيل الدهون عبر الأنسجة. تقوم الفئران بتخزين السعرات الحرارية الإضافية من طعامها الليلي كدهون، وبتصنيع الأحماض الدهنية في الكبد. وخلال النهار تثبط المستقبلات النووية ريفرب-ألفا/بيتا هذه العملية. ويُظْهِر ليو وزملاؤه[1] أن پار-دلتا يعزِّز من تصنيع الدهون الليلي في الكبد. عندها ينتقل الدهن الفوسفوري پي سي (18:1/18:0) إلى أنسجة على الأطراف كالعضلات، حيث يقوم المستقبِل النووي المعنيّ پار-ألفا بالعمل كوسيط في عملية كسر الأحماض الدهنية. ومن ثم يغذي التحلل الدهني في الأنسجة الدهنية العضلات بالوقود.

المُستقبِل پار-ألفا في الخطوة التالية، ليحفزا امتصاص الدهون وأكسدة الأحماض الدهنية معًا. وتكتمل الدورة عندما تهبط مستويات أو أنشطة الشركاء الثلاثة أثناء النهار، ثم يبدأ الإعداد للجولة المقبلة.

وحتى الآن تبدو خطوات الرقص هذه بسيطة، لكن أهميتها كبيرة كما كشف لنا الباحثون. فقد رصدوا أن الإنتاج المستمر لمركب پـي سي (18:1/18:0) يضعُف في الفئران التي تتغذى على نظام عالي الدهون، وأن المعالجة به تحسِّن من المعايير الأيضية في الفئران ذات مرض السُّكري، إذ تنخفض مستويات الجليسريدات الثلاثية في الدم بشكل بسيط، ويتحسن استتباب الجلوكوز. وبشكل عام، تتماشى هذه النتائج مع الآثار المفيدة لعقاقير الفيبرات التي تفعّل پـار-ألفا، وهي تشير كذلك إلى أن التوقيت الذي تُعطى فيه عقاقير الفيبرات أثناء اليوم له تأثير مهم، وأن الدواء الذي يستهدف پـار-دلتا بشكل خاص يمكن أن تكون له تأثيرات جانبية يدخل فيها پـار-ألفا كوسيط.

تطرح هذه المعلومات الجديدة أسئلة مثيرة.. فعلى سبيل المثال: لماذا يعزز إنتاج الأحماض الدهنية في الكبد عملية معاكسة تمامًا، وهي أكسدة الأحماض الدهنية في العضلات الهيكلية؟ لنطرح سؤالًا أسهل، هل يقوم پـي سي (18:1/18:0) بتنشيطِ مركب پـار-ألفا العضلي مباشرة. على الأرجح، الجواب هو نعم، نظرًا إلى دراسات[6] سابقة مفادها أن أنواعًا أخرى من مركبات كولين الفوسفاتيد يمكن أن تفعّل پـار-ألفا، والمركب المشابه پـي سي (18:1/16:0)، هو ربيطة خاصة لِـپـار-ألفا في الكبد[7]. ومع ذلك يخبرنا ليو وزملاؤه أن پـي سي (18:1/18:0) لا يُفعّل پـار-ألفا في الخلايا العضلية. والسبب في هذا التضارب الظاهري ليس واضحًا، ولا تزال طبيعة الوظائف الداخلية المفعِّلة لِـپـار بأنواعه الثلاثة غير واضحة. وللإجابة على هذا السؤال نحتاج إلى المزيد من الدراسات الوظيفية والحيوية الكيميائية والبنيوية الشاملة.

إن پي سي (18:1/18:0) وپـي سي (18:1/16:0) مركبان متوافران بكثرة في أغشية الخلية. وهذا يدفعنا إلى التساؤل عن كيفية عمل هذين الجزيئين الشائعين كإشارات أيضية دقيقة. يمكن أن يكون للتقسيم الخلوي دور، بحيث تكون الدهون الفوسفورية التي ترسل إشارات في النواة، منفصلة بشكل أو بآخر عن نظيراتها من الفصيلة الجزيئية نفسها في غشاء الخلية.

وثمة دراسات عديدة من مختبرات أخرى[7-9] تشير إلى وجود مسار تقسيمي يتم فيه تصنيع إنزيمات الأحماض الدهنية من أجل إنتاج ربيطة پـار-ألفا داخليًّا في الكبد. وكاستجابة لإشارات غذائية، يقوم هذا المسار بتسخير التصنيع الدهني عبر جزيئات خلوية متخصصة لتوليد پـي سي (18:1/18:0) النووي. وفي هذا السيناريو يكون كولين الفوسفاتيد ـ الذي تم تصنيعه حديثًا ـ فقط هو الفعال. ويقوم العنصر الدهني من پـار-ألفا بعمل سيناريو موازٍ في هذا المسار. وللأسف، فالفكرة القائلة إن جزيئات كولين الفوسفاتيد، المنتجة حديثًا بين الخلايا، هي وحدها الفعالة، لا تتفق مع الآثار الحيوية لمركب پـي سي (18:1/16:0) المركب خارجيًّا المذكور سابقًا[7]، ولا مع مركب پـي سي (18:1/18:0) المشمول في الدراسة الحالية. ومن غير الواضح كيف يقوم پـي سي (18:1/18:0) ببذل تأثيره في العضلات الهيكلية، ولا كيف يتفادى تفعيل پـار-ألفا في الكبد، وهو إنْ حدث، فمن شأنه أن يعكس تأثير پـار-دلتا، ويؤدي بنا إلى حلقة مفرغة من تصنيع الدهون وأكسدتها في الوقت نفسه.

ولنختم بسؤال عام.. إذا اعتبرنا رقصة پـار هي المينيوت الفرنسية، فماذا عن باقي أنواع الرقص المختلفة؟ إن التأثيرات التنظيمية بين الخلايا لجزيئات المؤشرات الدهنية، مثل الجليسريدات الثنائية والسيراميدات، هي تأثيرات معروفة جيدًا. وإطلاق الهرمون المتحكم في الدهون ـ والمسمَّى "C16:1n7- بالميتوليت" ـ من الأنسجة الدهنية يحفز نشاط الإنسولين في العضلات ويثبط تراكم الدهون في الكبد[10]. وبما يتناسب مع التبادل الدائر بين كل من پـار-دلتا وپـي سي (18:1/18:0) وپـار-ألفا، يستجيب المُستقبِلان النوويان SF-1 وLRH-1 للربيطات الدهنية الفوسفورية[11-13] لبذل تأثيرات أيضية مباشرة. ورُغم ذلك، من الواضح وفقًا لما سبق أننا لا نعلم بعد كل الخطوات والحركات التي وضعها مصمم الرقصة؛ لإبداع هذه الرقصة الأيضية. ■

ديفيد د. موور يعمل بقسم علم الأحياء الجزيئية والخلوية، كلية بايلور للطب، هيوستن، تكساس، 77030، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: moore@bcm.edu

1. Liu, S. *et al. Nature* **502,** 550–553 (2013).
2. Wang, Y.-X. *et al. Cell* **113,** 159–170 (2003).
3. Narkar, V. A. *et al. Cell* **134,** 405–415 (2008).
4. Liu, S. *et al. J. Biol. Chem.* **286,** 1237–1247 (2011).
5. Feng, D. *et al. Science* **331,** 1315–1319 (2011).
6. Lee, H. *et al. Circ. Res.* **87,** 516–521 (2000).
7. Chakravarthy, M. V. *et al. Cell* **138,** 476–488 (2009).
8. Chakravarthy, M. V. *et al. Cell Metab.* **1,** 309–322 (2005).
9. Jensen-Urstad, A. P. L. *et al. J. Lipid Res.* **54,** 1848–1859 (2013).
10. Cao, H. *et al. Cell* **134,** 933–944 (2008).
11. Urs, A. N., Dammer, E. & Sewer, M. B. *Endocrinology* **147,** 5249–5258 (2006).
12. Lee, J. M. *et al. Nature* **474,** 506–510 (2011).
13. Blind, R. D., Suzawa, M. & Ingraham, H. A. *Sci. Signal.* **5,** ra44 (2012).

الفيزياء الفلكية

صعود المستعرات العظمى فائقة السطوع

توحي مشاهدات جديدة بأن بعض المستعرات العظمى شديدة السطوع ليست انفجارات نووية لنجوم هائلة الكتلة، بل قد تكون أحداثًا تشتمل على كتل عادية اشتعلت بواسطة مصدر طاقة متمغنط مركزي وقوي

دانييل كاسن

على الرغم من أن كل المستعرات العظمى تسطع سطوعًا لافتًا، إذ يبلغ سطوع الانفجار النجمي العادي عند الذروة نحو مليار ضعف سطوع الشمس، إلا أن الفلكيين اكتشفوا مؤخرًا فئة جديدة من المستعرات العظمى فائقة السطوع، يفوق سطوعها المستعرات العظمى العادية بمائة مرة تقريبًا[1،2]. هذه نماذج نادرة جدًّا للموت النجمي العنيف، لكن أصولها غير واضحة. وبرغم أنه كان مغريًا ربْطُها بأكبر النجوم كتلة في الكون، إلا أنه في هذا العدد يقدِّم نيكول وزملاؤه[3] بيانات تشير، في حالات معينة، إلى أصل مختلف.

وهناك ثمة إجماع على أصل المستعرات العظمى العادية منذ عقود، فأكثرها شيوعًا يتولد حين يستنفد نجم متوسط الكتلة (كتلته تساوي نحو 10-20 ضعف كتلة الشمس) وقوده النووي بشكل شبه كامل. حينئذ، لا تستطيع النواة النجمية الممتلئة بالرماد أن تحافظ على الضغط الكافي لمواجهة الجاذبية الخاصة بها، فتنقبض إلى كتلة كثيفة صغيرة، أي إلى نجم نيوتروني، محررة طاقة كافية للعصف بالطبقات الخارجية في انفجار مستعرة عظمى.

في حالة النجوم هائلة الكتلة، يمكن للنتيجة أن تكون مختلفة وبطاقة أعلى بكثير. فالنجم الذي تكون كتلته ابتداءً أكبر من 140 ضعف كتلة الشمس، يصبح ساخنًا من الداخل حتى إن أزواجًا من الإلكترونات والإلكترونات المضادة تتولَّد تلقائيًّا في ذلك الحمَّام الحراري. وتؤدي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطاقة المستهلكة في توليد تلك الأزواج إلى تبديد قوة الضغط الداعمة للنجم، فيصبح النجم "مزعزع الأزواج"، وتبدأ النواة بالانقباض نحو الداخل، إلا أن خزان وقودها يكون هذه المرة ممتلئًا تمامًا.

تكون النتيجة، بالطبع، كارثية.. فمع انقباض النواة وانضغاطها، يتسارع الاحتراق رأسيًا، ويُستهلك كل الوقود المتبقي تقريبًا في غضون ثوان. تحرير الطاقة الهائلة هذا يمزّق النجمَ إربًا؛ ليولّد غيمة هائلة من الشظايا ذات الإشعاع النووي الشديد. ويمكن لسطوع تلك الغيمة الإشعاعية الآخذة في الاتساع أن يُرى من مسافة تزيد على مليار سنة ضوئية.

في ستينات القرن الماضي، اقتُرحت نظرية[4] لتلك الانفجارات النووية ذات الطاقة المهولة، وسميت بنظرية المستعرات العظمى مزعزعة الأزواج(pair-SNe) ، إلا أن الفلكيين لم يجدوا دليلًا على انفجار فِعْلي من ذلك النوع إلا منذ بضع سنوات[5]. فقد شابهت مستعرة عظمى ذات سطوع لافت، واسمها SN2007bi، ما تنبأت به النظرية، وبالأخص، تخامد السطوع بمعدَّل متوافق مع عمر النصف للكوبالت-56، وهو نظير مشع يُنتَج بوفرة في المستعرات العظمى مزعزعة الأزواج.

كان الاكتشاف مثيرًا للعلماء، ومربكًا لهم في الوقت نفسه. فالمتوقَّع هو أن تحصل المستعرات العظمى مزعزعة الأزواج في مناطق صافية من غازَيْ الهيدروجين والهليوم النقيين. أما المستعرة العظمى SN2007bi، فقد وُجِدت في مجرة ملوثة بعناصر كيميائية أثقل من الهيدروجين والهليوم، والتي يسميها الفلكيون المعادن. وتتنبأ النظرية بأن النجوم التي تحتوي حتى على آثار قليلة من المعادن سوف تُطلِق باستمرار مواد في صورة رياح، فاقدة بذلك الكثير من كتلتها في وقت مبكر من حياتها، وهذا ما يجنبها أن تكون مستعرات عظمى مزعزعة الأزواج. فإذا كانت المستعرة العظمى SN2007bi مزعزعة الأزواج حقًّا، فإن ثمة حاجة إلى إعادة النظر في فهمنا لتكوُّن وتطور النجوم هائلة الكتلة.

ووفقا لما تبيَّن، فإن ثمة اختبار بسيط نسبيًّا لتحديد ما إن كانت المستعرة العظمى كبيرة بقدر كاف لتكون مزعزعة الأزواج. كلما كانت غيمة الشظايا أكبر كتلة وأقل شفافية، استغرق الضوء مدة أطول للخروج منها. لذا.. فإن السطوع الإشعاعي لمستعرة عظمى عملاقة مزعزعة الأزواج يجب أن يتجه نحو ذروته ببطء غير معتاد خلال مدة تقارب السنة[6,7]. وهذه مدة أطول بعدة مرات من مدة تزايد سطوع مستعرة عظمى ذات كتلة عادية. ومن سوء طالع الفلكيين أنهم لم يروا تزايد سطوع المستعرة العظمى SN2007bi، بل اكتشفوه وهو يقترب من ذروته.

اكتشف نيكول وزملاؤه مؤخرًا مستعرَتين عُظْمَيَيْن شديدتيّ السطوع، وتشبهان SN2007bi، وقد شوهدت الأحداث مبكرًا هذه المرة، وأمكن قياس مدة الصعود إلى الذروة. وكان الصعود سريعًا نسبيًّا، فقد استغرق حوالي شهرين، وهو ما يشير لشظايا متوسطة الكتلة تساوي 10-20 ضعفًا فقط من كتلة الشمس. وقد استنتج نيكول وزملاؤه أن هاتين المستعرتين العُظْمَيَيْن، وربما المستعرة العظمى SN2007bi بالمقارنة، ليست بمستعرات عظمى مزعزعة الأزواج أصلًا.

ماذا يمكن أن تكون إذن؟ إن إحدى الأفكار الحالية[8,9] التي يُفضِّلها نيكول وزملاؤه هي أن انبعاثات المستعرة العظمى لا تتغذَّى بالإشعاع النووي، بل بنشاط نجم نيوتروني دوّار شديد المغنطة (نجم متمغنط). بهذا التصور، لم يكن النجم المولد للمستعرة ذا كتلة هائلة، بل كان يدور بسرعة، وفي أثناء انقباضه كوَّن نجمًا متمغنطًا يدور بمعدَّل ألف دورة في الثانية تقريبًا. وحينئذ، تكون الطاقة الحركية المخزونة في تلك الحدَّافة هائلة، وتوفِّر المجالات المغناطيسية القوية آلية للنقل المستمر لطاقة الدوران إلى غيمة الشظايا التي تحيط بالنجم؛ مُشعلةً إياها[10]. وهذا نوع متطرف من الانبعاثات التي تُرى في بقايا بعض المستعرات العظمى القديمة (الشكل 1). وتفسِّر النماذج التبسيطية لهذه العملية نشوء وخمود المستعرة العظمى SN2007bi وأشباهها[3,4] على نحو جيد.

لوحظت[11] إشارات لفعالية نجم متمغنط في بضعة مستعرات عظمى أخرى تصل إلى ذروة سطوع مشابهة لذروة سطوع SN2007bi، لكنها تخبو بسرعة أكبر بعد الذروة، ولعلها تدل بذلك على آلية موحَّدة لمجموعة أحداث فائقة السطوع، إلا أن الآليات الأخرى لتوليد مستعرات عظمى ذات سطوع شديد ممكنة أيضًا، فعلى سبيل المثال.. يمكن لشظايا المستعرة العظمى الآخذة في الاتساع أن تصادف كتلة كثيفة من الغاز، وتشتعل أثناء اصطدام عنيف معها[12]. لذلك.. فإن بيانات نيكول وزملائه مفيدة في التمييز بين النماذج المختلفة.

من ناحية أخرى.. يبدو أن نموذج المستعرة العظمى مزعزعة الأزواج قد تراجع إلى عالم الافتراضات النظرية بعد تمتعه بفترة قصيرة من الواقعية. فبعد أن أخفق نيكول وزملاؤه في العثور على مرشَّح مقنِع لتلك الفكرة في استقصاءاتهم، نجدهم يقولون إن هذه الأحداث يجب أن تكون نادرة في أجزاء الكون القريبة منا، حيث تحصل بمعدَّل 1، مقابل كل 100,000 مستعرة عظمى عادية. وأفضل الفرص للعثور على واحد منها قد تكمن في النظر إلى الكون البعيد جدًّا، والقديم جدًّا، فهناك ربما كانت النجوم أكبر، وخالية من المعادن بشكل كبير. ومن المفترض أن تعطينا التليسكوبات في المستقبل القدرة على الرؤية عبر تلك المسافات البعيدة، فربما تستطيع أن تلمح أثرًا لتلك الانفجارات النووية الكبرى. ■

دانييل كاسِن يعمل في قسمي الفيزياء والفلك في جامعة كاليفورنيا ببركلي، وفي قسم العلوم النووية بمختبر لورنس بركلي القومي، بركلي، كاليفورنيا، 94720، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: kasen@berkeley.edu

1. Quimby, R. M. *et al. Nature* **474,** 487–489 (2011).
2. Cooke, J. *et al. Nature* **491,** 228–231 (2012).
3. Nicholl, M. *et al. Nature* **502,** 346–349 (2013).
4. Barkat, Z., Rakavy, G. & Sack, N. *Phys. Rev. Lett.* **18,** 379–381 (1967).
5. Gal-Yam, A. *et al. Nature* **462,** 624–627 (2009).
6. Kasen, D., Woosley, S. E. & Heger, A. *Astrophys. J.* **734,** 102 (2011).
7. Dessart, L., Waldman, R., Livne, E., Hillier, D. J. & Blondin, S. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **428,** 3227–3251 (2013).
8. Kasen, D. & Bildsten, L. *Astrophys. J.* **717,** 245–249 (2010).
9. Woosley, S. E. *Astrophys. J.* **719,** L204–L207 (2010).
10. Maeda, K. *et al. Astrophys. J.* **666,** 1069–1082 (2007).
11. Inserra, C. *et al. Astrophys. J.* **770,** 128 (2013).
12. Woosley, S. E., Blinnikov, S. & Heger, A. *Nature* **450,** 390–392 (2007).



X-RAY: NASA/CXC/SAO/F. SEWARD; OPTICAL: NASA/ESA/ASU/J. HESTER & A. LOLL; INFRARED: NASA/JPL-CALTECH/UNIV. MINN/R. GEHRZ

الشكل 1 | سديم السرطان. عند مركز سديم السرطان، وهو بقية مستعرة عظمى انفجرت قبل ألف سنة تقريبًا، يحقن نجم نيوتروني مغناطيسي دوّار طاقة في سحابة الغاز المحيطة به ببطء، مُشعِلًا إياها. ويمكن لظاهرة فيزيائية مشابهة، ولكنْ أشد، أن تفسِّر المستعرات العظمى فائقة السطوع التي رصدها نيكول وزملاؤه[3]. فالنجم النيوتروني الذي يدور بمعدَّل أسرع بعشر مرات من ذلك الموجود في سديم السرطان، الذي يتميز بمجالات مغناطيسية أشد مائة مرة، يمكن أن يحقن طاقة دورانه في غاز الغيمة بسرعة أكبر، في غضون بضعة أشهر، ليضاعف سطوعه مليون مرة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم النفس

تأثير الأخبار الجيدة والسيئة على مخ المراهق

يقوم المراهقون، عند الاستجابة للأخبار السيئة، بتغيير تقديراتهم لقابلية تعرّضهم لأحداث ضارة بشكل أقل دقة من الأشخاص الأكثر نضوجًا. ساعد هذا الاكتشاف في التعامل مع السلوك الخَطِر عند المراهقين.

فاليري ف. رينا

أشار وينستون تشرشل في إحدى المرات لروسيا قائلًا "إنها لغز داخل معضلة محاطة بالغموض". يمكن أن توصف فترة المراهقة بالوصف نفسه. ففي تلك المرحلة يكون المراهقون في قمة قوتهم الجسدية، إلا أنهم في الوقت نفسه معرضون بشكل أكبر للموت، والإصابة، والمرض. وترجع الزيادة في التعرض للموت والمرض إلى المخاطرة التي يقوم بها مُخ المراهق وهو لا يزال في طور النضوج[1]. وتهدف حملات الصحة العامة والجهود التربوية المكثفة إلى تقليل سلوك المخاطرة غير الصحي، كما تقوم بشكل عام بالتركيز على عرض معلومات على المراهقين تتعلق بالآثار الصحية الضارة لسلوكياتهم الخطرة. وفي إحدى كتاباته لـمحاضر الأكاديمية الوطنية للعلوم، قام موتسيانا وزملاؤه[2] بعرض دراسة أثارت تساؤلات عن مدى فاعلية تلك "الأخبار السيئة" في تعليم المراهقين تحسين تقديراتهم للمخاطر.

أظهرت أبحاث سابقة أن البالغين أكثر احتمالًا لدمج الأخبار الجيدة من تلك السيئة في معتقداتهم. على سبيل المثال.. فإن أخبارًا تتعلق بطفرة وراثية تقوم بتقليل خطر التعرض لمرض السرطان عما كانوا يعتقدون أنها قادرة على تغيير اعتقاد البالغ فيما يتعلق بمرضه ـ أو مرضها ـ أكثر من خبر عن طفرة وراثية تجعلهم أكثر عرضة للمرض. قام موتسيانا وزملاؤه بدراسة العملية المتعلقة بتغيير الاعتقادات، استجابةً لأخبار سيئة وأخرى جيدة في مجموعة أشخاص، تتراوح أعمارهم بين 9 سنوات و26 سنة، وهي المرحلة العمرية التي يتم فيها نضوج المخ. وقد عُرض على المشاركين قيد البحث أربعين حادثة سلبية، وطُلب منهم أن يعبروا عن تقديراتهم الشخصية (كنسبة مئوية) لاحتمالية تعرضهم لها في المستقبل. بعد ذلك، تم عرض الاحتمال الحقيقي لحدوث الخطر لهم، وفي جلسة أخرى بعد دقائق، قام المراهقون بإعادة تقدير احتمالية تعرّضهم للحادثة نفسها (شكل 1).

وجد الباحثون أن عملية تغيير الاعتقادات عن المخاطر لم تتأثر بالعمر بشكل ملحوظ في حالة الأخبار السارة (عندما كان المشاركون أقل احتمالًا مما ظنوا للتعرض للمخاطر)، لكن المعلومات المتعلقة بخطر أعلى، أي الأخبار السيئة، كانت مرتبطة بالمرحلة العمرية، فالاعتقادات عن المخاطر لم تتغير عند المشاركين الأصغر سنًا. وقد ضاقت الفجوة بين التعلم من الأخبار السارة في مقابل السيئة مع التقدم في العمر. تحكم الباحثون إحصائيًا في مجموعة من التفسيرات البديلة لتلك الاختلافات المرتبطة بالعمر، التي تضمنت الاعتقادات السابقة والخبرة السابقة بالأحداث. وكذلك عملوا على التأكد من أن كل المراهقين المشاركين في التجربة قد فهموا معنى النسب المئوية، وأن أحدًا منهم لم يكن يعاني من مرض الاكتئاب الذي قد ينتج اختلافًا في الاستجابة للأحداث السلبية.

تتم استثارة الخلايا العصبية الدوبامينيّة في المخ استجابةً لنتائج، مثل المكافآت، وبالتحديد فإن الخلايا العصبية تفرّق بشكل واضح بين المكافأة المتوقعة والحقيقية، التي يشار إليها بإشارات التوقع الخاطئ. يقول موتسيانا وزملاؤه إن الاختلافات بين الجيد والسيئ التي تم رصدها تنتج عن عدم التماثل في نشوء الاستجابات الدوبامينية لإشارات التوقع الخاطئة. ففي الواقع، رد الفعل المبالَغ فيه للمكافآت في منطقة المخطط بالمخ (منطقة المكافآت) يصل إلى ذروته أثناء فترة المراهقة[3]، وذلك بالرغم من أن بعض الأبحاث[4] ترى أن استجابة المراهقين للمكافآت تكون منخفضة. وعلى النقيض، فإن النشاط في منطقة قشرة الفص الجبهي (وهي منطقة تتحكم في الوظائف المعرفية)، وبخاصة تلافيف الجبهة السفلي، يكون مصحوبًا بتحديث للاعتقادات المتعلقة بالأخطاء السلبية في مهمة تقدير المخاطر.

قام موتسيانا وزملاؤه بتسجيل اختلاف مهم في تطور ذكريات الأفراد المتعلقة بمعلومات عن الخطر الذي يتعرضون له، تلك الذكريات التي يتم تقييمها في نهاية الجلسات بسؤال الشخص المشارك عن احتمالياتها الحقيقية. وجد موتسيانا أن عدم التذكر كان مرتبطًا بالعمر لكل من الأخبار الجيدة وتلك السيئة، مع ميل للتذكر غير الدقيق عند المشاركين الأقل عمرًا. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن الذاكرة المتعلقة بالمخاطر قد ارتبطت بتغيير تقديرات الخطر عبر المرحلة العمرية. ومع ذلك.. ورغم أن تلك الاختلافات في الذاكرة تؤثر في الإدراك والسلوك[5]، فإنها لا تفسر الفرق بين الجيد والسيئ الملحوظ في هذه الدراسة.

تعتمد معظم الأبحاث المتعلقة بالمخاطرة عند المراهقين، بما فيها هذه الدراسة، على نظريات الثنائية الفرويدية الحديثة، التي تقوم فيها قشرة فص الجبهة (التي أسماها فرويد بـ"الأنا العُليا") بتثبيط تحفيزات النظام الحوافي الغريزي (التي أسماها فرويد بالـ"هُوَ")، لكن البحث الأخير يقوم بتسليط الضوء على قضية التعلم التي تم تجاهلها في أحيان كثيرة. في جيل سابق من الأبحاث، كانت قضية التعلم هي القضية المحورية لعلم النفس، وبشكل عام، لكي تكون عالمًا نفسيًا يجب أن تكون صاحب نظرية في التعلم. وقد منحت عملية التعلم الأمل في التغيير، لأن التعلم نظريًا يتضمن تعديل المعرفة أو المعتقدات.

تؤكد النظريات الحالية لمخ المراهق بشكل صحيح على التطور الانفعالي العاطفي[6]، لكن درسًا واحدًا من الدراسة التي قام بها موتسيانا وزملاؤه يوضح أن التغيرات الإدراكية والتحفيزية منذ مرحلة الطفولة إلي مرحلة النضوج متشابكة. وعملية التعلم، التي تعتبر خاصية إدراكية، تحدث لكل من المعلومات الإيجابية والسلبية، لكنها تتم بشكل مختلف، اعتمادًا على نوعية المحفز (فالناس يكونون أكثر حماسًا إلى تصديق الأخبار الجيدة أكثر من الأخبار السيئة).

يفتح ذلك الجهد الباب أمام أسئلة كثيرة متعلقة بعملية إدراك المخاطر وتأثيرها على السلوك. وكمثيلاتها من الدراسات في مجال المخاطرة، فإن هذه الدراسة تستخلص التقديرات العددية للمخاطر من المشاركين وتمدهم بتقديرات أخرى من هذا القبيل. كيف لنا أن نعرف إنْ كان الشخص قادرًا على فهم مخاطره الشخصية؟ نطلب منهم أن يرددوا احتمالًا. وبالرغم من أن لهذه الطريقة مميزات (فهي تسمح مثلًا بالتحليل المثير للمعايرة والتحديث)، ولكنها تتجاهل حقيقة نفسية أساسية متعلقة بتقديرات المخاطر، وهي أن التقديرات التي يستخدمها الناس في الواقع اليومي لتوجيه سلوكهم تكون ممثلة ذهنيًا بصورة نوعية، لا ككميات دقيقة، مثل "خطر شديد جدًا"[7]. وقد أدرك الباحثون العاملون في مجال اتخاذ القرار الطبي وأولئك العاملون في مجال الصحة العامة أن مجرد التذكر والتكرار الحرفي لا يقومان بالتقاط الكيفية التي تتمثل بها الأخطار في عقول الأشخاص وأمخاخهم[8-10].

تُبرِز النتائج المثيرة التي استخلصها موتسيانا وزملاؤه مفهومًا ذا صلة، وهو الجوهر الانفعالي لمعلومات التعرّض للمخاطر، التي غالبًا ما تؤثر على الحدس المتعلق بالخطر بشكل متباين على مدار العمر[11]. فلغز المخاطرة في مرحلة المراهقة قد لا يُحَل على المدى القريب، ولكننا نستشرف قفزة هائلة في المعرفة العلمية التي تتعلق بهذا الموضوع، التي ستصاحبها نتائج واسعة



REBECCA DROBIS/BLEND IMAGES/CORBIS

الشكل 1 | الأحداث السلبية. قام موتسيانا وزملاؤه[2] بدراسة كيف تغيرت تقديرات المراهقين لمخاطر تعرضهم لحادثة سلبية، ككَسر العظام مثلًا، نتيجة تلقيهم معلومات عن مخاطرها الحقيقية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لتعزيز الصحة العامة والرفاهية. ■

فاليري ف. رينا، تعمل في معهد علم الأعصاب البشري بجامعة كورنيل في إيثاكا، نيويورك 14850، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: vr53@cornell.edu

1. Reyna, V. F. *et al. J. Exp. Psychol. Learn.* **37,** 1125–1142 (2011).
2. Moutsiana, C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 16396–16401 (2013).
3. Casey, B. J. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 14998–15003 (2011).
4. Bjork, J. M. *et al. J. Neurosci.* **24,** 1793–1802 (2004).
5. Mills, B., Reyna, V. F. & Estrada, S. *Psychol. Sci.* **19,** 429–433 (2008).
6. Strang, N. M., Chein, J. M. & Steinberg, L. *Front. Hum. Neurosci.* **7,** 223 (2013).
7. Reyna, V. F. *Med. Decis. Making* **28,** 850–865 (2008).
8. Peters, E. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* **21,** 31–35 (2012).
9. Reyna, V. F. & Huettel, S. A. in *The Neuroscience of Risky Decision Making* (eds Reyna, V. F. & Zayas, V.) 11–42 (Am. Psychol. Assoc., in the press).
10. Zikmund-Fisher, B. J. *Med. Care Res. Rev.* **70,** 37S–49S (2013).
11. Tymula, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 17135–17140 (2012).

معالجة المياه

فجوة معلوماتية

يكشف بحث شامل وجود شح في البيانات والمعلومات التي تتعلق بإنتاج ومعالجة واستعمال مياه الصرف حول العالم. حين يتم سد هذه الفجوة المعلوماتية سيتمكن صناع القرار من وضع تشريعات أفضل للتعامل مع هذا المصدر الثمين.

بلانكا جيمِنِس سيسْنِروس

يقدم ساتو وزملاؤه[1] تحليلًا مهمًّا ومقلقًا يتعلق بتقييم حالة مياه الصرف حول العالم في مجلة "معالجة المياه الزراعية" *Agricultural Water Management*. ومن خلال استعراض شامل لمصادر معلومات مختلفة، بما فيها أبحاث علمية وتقارير حكومية من بلدان تمثل مناطق مختلفة وأوضاع اقتصادية واجتماعية متباينة، اكتشف المؤلفون أن البيانات المتعلقة بإنتاج ومعالجة واستخدام مياه الصرف حول العالم شحيحة وغير موثقة بشكل جيد.

فمن بين 181 بلدًا شملتها هذه الدراسة، وجد ساتو وزملاؤه أن البيانات المتعلقة بالمحاور الثلاثة لمياه الصرف متوفرة من خمسة وخمسين بلدًا فقط، بينما لا توجد على الإطلاق بيانات من سبعة وخمسين بلدًا. وبالإضافة إلى ذلك.. فقد جرى تسجيل 37% من هذه البيانات خلال الفترة بين عامي 2008 و2012. وعلى الرغم من أن خبراء معالجة المياه يدركون جيدا هذا الأمر، إلا أن اكتشافات الباحثين تُوضح لجمهور أوسع كيف فشل صناع القرار حول العالم ـ إلى حد كبير ـ في وضع سياسات لجمع بيانات عن مياه الصرف. هذا الأمر مخيب للآمال، لأن هذه المعلومات الحاسمة تساعد على اتخاذ قرارات مستنيرة لعديد من القضايا، بما فيها معالجة مشكلة التلوث، وكيف يؤدي استخدام مياه الصرف إلى الإسهام في مواجهة ندرة المياه والتهديدات المتوقعة للتغير المناخي في بعض المناطق. ومن المعلوم أن الماء هو مصدر متجدد، مقارنةً بالمصادر الطبيعية الأخرى، لكن في هذا العصر الذي ينصب فيه الاهتمام بقوة حول إعادة تدوير النفايات الصلبة والمواد المستعملة لأجل مجتمعات أكثر اخضرارًا، يغيب النقاش حول إنتاج مياه الصرف وإعادة استعمالها بشكل ملحوظ.

تحتاج هذه الفجوة المعلوماتية إلى بعض التفسيرات غير المرئية الممكنة التي يجب أخذها في الاعتبار. أحدها هو الرفض الراسخ لمياه الصرف، نظرًا لارتباطها بالأمراض المنقولة عن طريق الماء. وهناك عامل آخر، هو أنه على النقيض من المياه النظيفة، حيث يُلزم المستهلك بدفع ثمنٍ لها، فإن مياه الصرف يمكن أن تُعتبَر عديمة القيمة، بمعنى أن هناك اهتمامًا قليلًا بقياس ما يحدث لها، ولكن في عالم يعاني من ازدياد الطلب على الماء، ذلك المصدر المحدود، يجب علينا إعطاء قيمة وأهمية لمياه الصرف ـ أو المياه المستعملة، كما أفضّل تسميتها ـ وتقدير ثمنها. وبالفعل هذا ما بدأ يحدث في أماكن كثيرة من العالم تعاني من ندرة المياه، ويجب أن يدفع المزارعون ـ على سبيل المثال ـ أثمان مياه الصرف.

في الحقيقة، وعلى الرغم من أن صناع القرار لم يعوا بشكل كافٍ آفاق المياه المستعملة، فإن العكس يكون حقيقيًّا مع كثير من المزارعين (شكل 1)، فمياه الصرف المعالجة وغير المعالجة على السواء كانت تُستعمل أصلًا في الري في كثير من المناطق، وهذا الشكل من أشكال إعادة استعمال المياه في ازدياد، وقد فشل ساتو وزملاؤه في الكشف عن هذا التزايد في دراستهم، نظرًا إلى أن البيانات التي استندوا إليها لا تعود إلى أقدم من عام 2000. إن الاعتماد على المياه المستعملة في الري، بدلًا من مياه الأمطار، ربما يُمَكِّن المزارعين من بذر ثلاثة أو أربعة محاصيل في السنة، عوضًا عن محصول واحد أو اثنين، إذ تحتوي المياه المستعملة على عناصر مغذية، مثل الآزوت، والفوسفور، ومواد عضوية عديدة تثري التربة، وتزيد من ناتج المحصول. في الواقع، إن وجود مثل هذه العناصر والمركبات في مياه الصرف ربما يكون الدافع لتحسين ممارسات إعادة استخدامها. وجدير بالذكر أن المخزون الطبيعي من الفوسفور ينخفض بسرعة، ولهذا.. فقد أطلق صنّاع الفوسفور دعوة إلى اتخاذ إجراءات لحفظه وإعادة تدويره[2]. وهناك ميزة أخرى لإعادة استعمال المياه في الري، هي الإسهام في إعادة ملء طبقات المياه الجوفية لتصبح لاحقًا مصدر مياه صالحة للاستخدام.

إن عوامل الجذب في استعمال مياه الصرف ـ خاصة للمزارعين في البلدان منخفضة الدخل ـ تكون واضحة، ولكن في حالات كثيرة تمت إعادة استعمال المياه بدون سياسات وممارسات مناسبة. وقد بيّن ساتو وزملاؤه أن البلدان ذات الدخل المرتفع تعالج 70% من مياه الصرف لديها، بينما ينخفض هذا الرقم في البلدان ذات الدخل المنخفض إلى 8%، وقد قُدِّرت[3] إعادة استعمال المياه غير المعالَجة بأنها أكبر من المعالَجة بحوالي من خمس إلى ثماني مرات. ويُعّد استعمال المياه غير المعالَجة في الزراعة مصدر قلق للصحة العامة، حيث تعمل مياه الصرف كناقل لمسببات الإسهال، وذلك عندما تمتص المحاصيل هذه المياه، ويتم استهلاكها بدون معالجة.

وعلى الرغم من أن التركيز الأساسي لمياه الصرف المعالجة يتم في الري، فلا يجب اقتصار استعمالها على الزراعة وحدها. فالمُدن التي تشكل مساحات ضئيلة من كوكبنا، تتطلب مع ذلك كميات ضخمة من الماء والغذاء، وتنتج تباعًا كميات هائلة من المياه المستعملة. معظم هذه المياه ـ وما تحتويه من عناصر ـ قابل للتدوير وإعادة الاستعمال؛ ليُسْهِم مجددًا في إنتاج الغذاء لسكان المدن. لقد أصبحت طرق معالجة مياه الصرف متاحة بتكلفة أقل من تكلفة الأساليب المعتادة، ولها القدرة كذلك على إعادة تدوير المغذيات[4]. لذلك.. يعمل الباحثون اليوم على تطوير وسائل لإعادة استعمال المياه، تكون غير مكلفة، ومناسبة لإعادة استخدام المياه، ولكن لا بد أولًا من سد الفجوة المعلوماتية، قبل أن نصمم سياسات على نحو فعّال. ■

بلانكا جيمِنِس سيسْنِروس تعمل بقسم علوم المياه، بالبرنامج الدولي المائي، اليونسكو، 75732 باريس سِدِكس 15، فرنسا.
البريد الإلكتروني: b.jimenez-cisneros@unesco.org



AUBREY WADE/PANOS

الشكل 1 | مصدر متجدد. تتزايد وتيرة استعمال مياه الصرف في أغراض الري، ولكن نقص البيانات حول إنتاج مياه الصرف، ومعالجتها، واستعمالها يعوق تطوير السياسات المتعلقة بهذا المصدر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

1. Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. & Zahoor, A. *Agric. Water Mgmt* **130**, 1–13 (2013).
2. Cordell, D., Drangert, J.-O. & White, S. *Glob. Environ. Change* **19**, 292–305 (2009).
3. Jiménez, B. & Asano, T. (eds) in *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs* 3–26 (IWA, 2008).
4. Jiménez, B., Mara, D., Carr, R. & Brissaud, F. in *Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-income Countries* (eds Dreschel, P. *et al.*) 149–170 (Earthscan, 2010).

المتلازمة الأيضية

سكر الفركتوز والدهون وجهان لعملة واحدة

يمتلك كل من نوعي السكريات الجلوكوز والفركتوز القيمة الحرارية نفسها، ولكن يتم أيضهما بطريقتين مختلفتين. وتم الكشف مؤخرًا عن أن الفئران غير القادرة على أيض الفركتوز تتمتع بصحة أفضل عند وضعها على نظام غذائي غني بالكربوهيدرات/ النشويات.

كوستاس أ. ليسيوتيس، ولويس ك. كانتلي

توازت خلال العقود الأربعة المنصرمة الزيادة الضخمة في استهلاك السكريات في العالم الغربي مع تفشي حالات السمنة المزمنة والمتلازمة الأيضية، مما يشير إلى وجود علاقة سببية بين الاثنين. ورغم ذلك.. فإن مدى إسهام السكريات منفردةً في ذلك الوباء، مقارنةً بالاستهلاك الحراري الكلي، يظل موضع خلاف. على سبيل المثال.. هناك رأي يقول إن الاستهلاك الزائد للفركتوز، الموجود بوفرة في المشروبات الغازية والأغذية المصنعة[1]، من المسببات الأساسية لتلك الأمراض. لم يلق هذا الرأي ترحيبًا عالميًّا رغم ذلك[2]. ويستكشف الآن اثنان من الأبحاث التي قام بها جونسون وزملاؤه، وتم نشرهما في مجلتيّ طب الكبد *Hepatology* (إيشيموتو واخرون[3]) ونيتشر كوميونيكيشنز *Nature Communications* (لاناسبا واخرون[4])، دور عملية أيض الفركتوز في حدوث السمنة والمتلازمة الأيضية، باستخدام فئران تجارب غير قادرة على أيض هذا السكر. وتدعم النتائج بقوة افتراض أن الاستهلاك الزائد من الفركتوز له آثار سامّة.

تضم مجموعة السكريات الغذائية عديدًا من النشويات، ومع ذلك يُقصد بها في الغالب النشا والسكروز وشراب الذرة الغني بالفركتوز، وكل منها مكوّن من جلوكوز مع فركتوز، أو بدون الأخير. النشا مثلًا، ويوجد في الخبز والأرز، هو عبارة عن بوليمر من الجلوكوز. والسكروز (السكر العادي) هو سكر ثنائي مكون من جلوكوز وفركتوز؛ وشراب الذرة عالي الفركتوز هو مكوّن أساسي في المشروبات الغازية، وهو مزيج من الجلوكوز بنسبة حوالي 40% والفركتوز بنسبة 60%[5]. من المنظور الحراري، فإن جزيء الجلوكوز له بالضبط قيمة جزيء الفركتوز نفسها، لكن الجسم البشري يتعامل مع هذين النوعين من السكريات بطريقة مختلفة، مما يثير التساؤل حول الدور الفردي لكل منهما في السمنة والمتلازمة الأيضية[1].

وبشكل عام، يستخدم الجلوكوز مباشرة بواسطة الأنسجة كمصدر للطاقة، كما في العضلات والمخ. ويتم تخزين الجلوكوز الفائض عن حاجة الأنسجة في الكبد في صورة جليكوجين (بوليمر من الجلوكوز)، ويمكن أيضًا أن يتحول إلى فركتوز عن طريق سلسلة تفاعل البوليول الكيميائية الحيوية (شكل 1). وعلى العكس من الجلوكوز، يتم أيض الفركتوز بشكل حصري تقريبًا في الكبد، حيث يقوم الإنزيم كيتوهكسوكاينيز (KHK)، وهو إنزيم مسؤول عن أيض الفركتوز، ويوجد فقط في الكبد، ويُعرف أيضًا باسم فركتوكاينيز، بحصر الفركتوز داخل خلايا الكبد في صورة فركتوز 1- فوسفات. وعلى العكس من جزيء فركتوز 6- فوسفات (وهو عبارة عن صورة أخرى من فركتوز 1- فوسفات، ويشترك في التفاعل الكيميائي الحيوي لتحلل السكريات)، يمكن لجزيء فركتوز 1- فوسفات أن يتفادى الخطوة الكبرى التي تحدث خلال تفاعل تحلل السكريات، الذي ينتج عنه جزيء الفركتوز 6-،1 ثنائي الفوسفات، بفعل الإنزيم الحساس للطاقة فوسفوفركتوكاينيز. وبالتالي، يمكن للفركتوز أن يتحول مباشرة إلى دهون، بدون أن يكون مقيدًا بالآليات الرقابية للخلية التي تمنع تكوُّن الدهون من الجلوكوز، بشكل مفرط[1،6].

الشكل 1 | أيض السكريات. الجلوكوز والفركتوز هما سكريات غذائية. يتم أيض الجلوكوز بشكل أساسي عن طريق تحلّل السكريات، ويتم تنظيم تلك العملية عن طريق التثبيط الرجعي بواسطة الـATP أو السترات، وينتج عن هذا إعادة توجيه الجلوكوز؛ ليُخزّن في صورة جليكوجين. وفي خلايا الكبد التي تنتج إنزيم الكيتوهكسوكاينيز (KHK)، يتم تحويل الفركتوز إلى أحماض دهنية، مجموعات رأسية ثلاثية الجليسريد (جليسرول، لا يظهر في الرسم) وجليسريدات ثلاثية في مسار تصنيع حيوي، لا يتم التحكم فيه بواسطة آليات التغذية الرجعية التي يشترك بها الـATP أو السترات. يمكن أيضًا للجلوكوز أن يتحول إلى فركتوز عن طريق مسار تفاعل البوليول، الذي يشترك به الإنزيم ألدوز ريداكتيز (AR). وفي غياب آليات التثبيط الرجعي، فإن عملية أيض الجلوكوز يمكن أن تستخدم أيضًا لإنتاج الأحماض الدهنية والجليسريدات الثلاثية. أما الـPFK، فهو إنزيم الفوسفوفركتوكاينيز.

بهذا المنطق، فإن نظام الغذاء الغني بالفركتوز يمكن أن يسبب تراكم الدهون في الكبد، مما يؤدى إلى عديد من أمراض الكبد، مثل الكبد الدهني، والتهاب الكبد الدهني، وصولًا إلى تشمُّع الكبد. يمكن أيضًا لدهون الكبد أن تخرج في تيار الدم؛ لتصل إلى الخلايا الدهنية في الأنسجة الأخرى؛ مما يسبب السمنة. وبالإضافة إلى ذلك.. يمكن للدهن الموجود بتيار الدم أن يعجِّل بحدوث أمراض القلب ومقاومة الإنسولين، والنوع الثاني من مرض السكر. إذن، فالاستهلاك المفرط للفركتوز يمكن أن يُعدّ سببًا جوهريًّا للمتلازمة الأيضية، التي ترتبط بدورها بمعدلات شفاء ضئيلة من أنواع متعددة من السرطانات[7].

في الواقع، تقوم دراسات وبائية عديدة بربط استهلاك الفركتوز والسمنة بالمتلازمة الأيضية[8]. كما أظهرت دراسات عديدة[6،9،10] أن الاستهلاك المفرط للفركتوز يسبب ظهور بعض أعراض المتلازمة الأيضية في حيوانات التجارب والبشر. على سبيل المثال.. في البشر ذوي الوزن الزائد، لُوحظ أنّ نظامًا غذائيًّا غنيًّا بالفركتوز (25% من المجموع الكلي للسعرات) كان سببًا في ظهور مقاومة للإنسولين وارتفاع مستوى الدهون ثلاثية الجلسريد والسمنة الحشوية، وهي مظاهر لم يتم تسجيلها في أفراد آخرين من ذوي الوزن الزائد الذين يستخدمون نظامًا غذائيًّا مماثلًا، ولكنه مؤسَّس على الجلوكوز، بدلًا من الفركتوز. وتشير تلك الدراسات بقوة إلى أن تناول الفركتوز بشكل مفرط (مقارنةً بالجلوكوز) يؤدي إلى حدوث المتلازمة الأيضية. وعلى الرغم من تراكم تلك الأدلة العرضية، ومنطقية الفرضية نفسها، فإن الإسهام النسبي للفركتوز في ذلك المرض ما زال غير مثبت.

قرر إيشيموتو وزملاؤه أن يقوموا مباشرة باختبار الدور الذي يلعبه أيض الفركتوز في ظهور أعراض المتلازمة الأيضية، عن طريق استخدام فئران لا تحتوى على الإنزيم KHK، وبالتالي غير قادرة على التعامل مع الفركتوز. كانت النتائج التي توصلوا إليها متسقة مع نتائج الدراسات العديدة السابقة: الفئران البرية التي اعتمدت نظامًا غذائيًّا غربيًّا (غني بالدهون والفركتوز الذي يأتي من السكروز) أظهرت أعراضًا حادة من أمراض الكبد الدهني، والتهاب الكبد (وهي أعراض تعرف في مجملها بالتهابات الكبد غير الكحولية)، وتليف الكبد. وعلى العكس من ذلك، فإن الفئران التي لا تحتوى على الإنزيم KHK، التي تلقت النظام الغذائي نفسه، لم يحدث بها التهابات كَبِدِيّة أو تليُّف، وظهرت بها فقط كمية ضئيلة من دهون الكبد. ولأن الباحثين قد أوضحوا أن الفئران

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البرية والطافرة تلقى كميات متساوية من السعرات الحرارية، فإن تأثير عدم قدرة الفئران الطافرة على تمثيل الفركتوز يعد دليلًا مباشرًا على أن هذا السكر له دور في تفاقم أعراض معينة من المتلازمة الأيضية.

أخذ لاناسبا وزملاؤه خطوات أبعد من ذلك بدراسة تأثير الأنظمة الغذائية الغنية بالسكريات، الخالية من الفركتوز، في الفئران التي لا تحتوي على إنزيم KHK. ومن المثير للاهتمام أن الفئران كانت محمية أيضًا من الآثار الضارة للاستهلاك المفرط للجلوكوز. يتماشى هذا مع المنطق، حيث يقوم تفاعل البوليول في الكبد بتحويل الجلوكوز الفائض إلى فركتوز، حيث يُخزن في صورة دهون فقط في وجود إنزيم KHK (شكل 1). في الحقيقة، يثبت أولئك الباحثون اعتماد عملية تكوّن الفركتوز على ذلك التفاعل في الفئران الخالية من الإنزيم ألدوز ريداكتيز (AR)، الذي يدخل في تفاعل البوليول؛ وكانت تلك الفئران أيضًا محمية ضد تراكم دهون الكبد المعتمد على الجلوكوز.

تظل الإجابة على مسألة وجود علاقة بين المتلازمة الأيضية في البشر والتكون الحيوي للفركتوز من الأغذية الغنية بالجلوكوز غير معروفة. وأيًّا ما كانت تلك الإجابة، فإن الأبحاث الحالية تقدم دليلًا قويًّا على التأثيرات السامة لاستهلاك السكريات المفرط، واضعةً أيض الفركتوز كمتهم أساسي. ومن المنظور التطوري، ربما كان التحول الفعال للفركتوز إلى دهون مفيدًا يومًا ما. فعلى سبيل المثال.. لأن الفاكهة تنضج في نهاية موسم نموها، فإن تحول النشا إلى فركتوز، وتخزُّن الفركتوز الزائد بدوره في صورة دهون، بدلًا من جليكوجين، ربما سهّل البقاء خلال شهور ندرة الغذاء.

على أية حال، فإنه من النادر ألا يتوافر الغذاء في العالم الغربي في وقتنا الحالي في أي وقت من العام، وبالتالي فإن الدهون المخزنة من الفركتوز تظل غير مستهلكة. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن العديد من الأغذية منخفضة التكلفة والمتوافرة على مدار العام هي ذات المحتوى الأعلى من الفركتوز (المشروبات المسكرة والأغذية المصنعة). وبما أن أقل من نصف السعرات الحرارية في السكر المنزلي وشراب الذرة عالي الفركتوز تأتي مباشرة من الجلوكوز، وبالتالي تُستخدَم في الحال بواسطة العضلات والمخ، فإن هذا قد يسهم في ميلنا إلى الاستهلاك المفرط لتلك المأكولات؛ لنحافظ على مستوى الجلوكوز في الدم. لذلك.. ورغم تساويهما في السعرات الحرارية، فإن معرفة الأساس الحيوي لأيض السكريات يُظْهِر بوضوح أن الجلوكوز والفركتوز ليسا متساويَيْن في آثارهما على الإطلاق. ■

كوستاس أ. ليسيوتيس، ولويس ك. كانتلي يعملان بقسم الطب، بكلية ويل كورنيل الطبية في نيويورك، نيويورك 10065، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: col2007@med.cornell.edu; lcantley@med.cornell.edu

1. Lustig, R. H. *J. Am. Diet. Assoc.* **110,** 1307–1321 (2010).
2. Feinman, R. D. & Fine, E. J. *Nutr. Metab.* **10,** 45 (2013).
3. Ishimoto, T. *et al. Hepatology* http://dx.doi.org/10.1002/hep.26594 (2013).
4. Lanaspa, M. A. *et al. Nature Commun.* **4,** 2434 (2013).
5. Ventura, E. E., Davis, J. N. & Goran, M. I. *Obesity* **19,** 868–874 (2011).
6. Stanhope, K. L. *et al. J. Clin. Invest.* **119,** 1322–1334 (2009).
7. Khandekar, M. J., Cohen, P. & Spiegelman, B. M. *Nature Rev. Cancer* **11,** 886–895 (2011).
8. Dhingra, R. *et al. Circulation* **116,** 480–488 (2007).
9. Teff, K. L. *et al. J. Clin. Endocrinol. Metab.* **94,** 1562–1569 (2009).
10. Jürgens, H. *et al. Obes. Res.* **13,** 1146–1156 (2005).

الفيزياء التطبيقية

علماء المواد يتولّون الزِّمام

إنّ اكتشاف طريقة جديدة للسيطرة على فئة من مواد الأكاسيد المركبة، تسمَّى سلسلة بِنَى رودلزدن–بوبر، قد يصل بنا إلى صنع أجهزة مايكروويف قابلة للضبط إلكترونيًّا.

ميلاني دبليو. كول

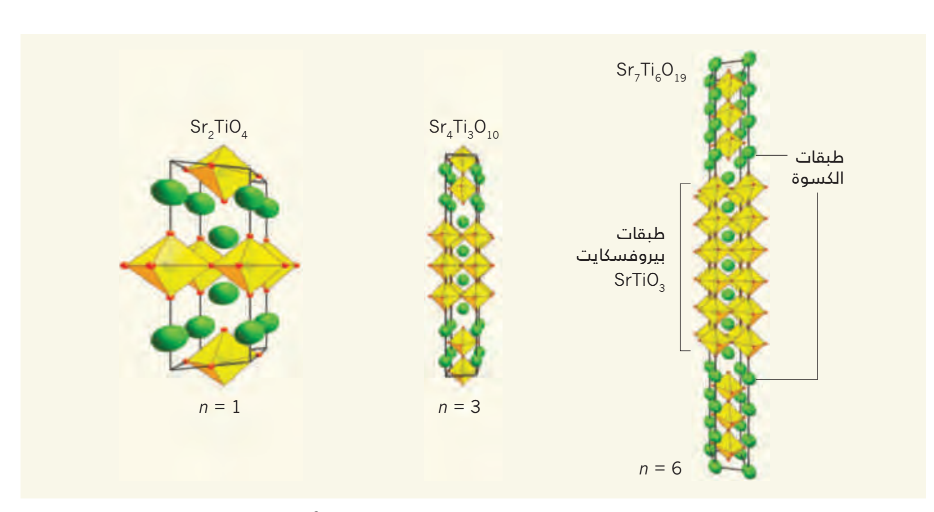
قد يقول قائل إن لعلماء المواد وَلَعًا بالسيطرة، لأنهم يسعون باستمرار إلى التحكم بخواص المواد وتحسينها، ومعالجة المواد لخلق وظائف جديدة. وهذا صحيح، خصوصًا بالنسبة إلى مواد أغشية الأكاسيد المركبة الرقيقة وتطويرها لإلكترونيات المايكروويف. وحتى الآن، تبدو الأغشية الرقيقة من تيتانات سترونشيوم الباريوم (BST)، أكثر مواد الأكاسيد المركبة الواعدة لتطوير أجهزة مايكروويف رخيصة وصغيرة ومنضبطة إلكترونيًّا، وبأداء عال، واستهلاك منخفض للطاقة[1]، لكن تطبيقات الأجهزة المنضبطة العملية تتطلب أقصى انضباط للأغشية، مع أدنى فقدان في العوازل الكهربية (أدنى تضعيف للإشارة)[2]. ولسوء الحظ أن الطبيعة ليست دائمًا سهلة الانقياد لرغباتنا.. فتيتانات سترونشيوم الباريوم جاءت خاصّيتاها المتعلقتان بالفقدان والانضباط متضادتين سلبيًّا. وفي تقرير نُشر مؤخرًا بدوريّة «نيتشر»، وصف لي وزملاؤه[3] منهجًا لتحقيق توازن مُحَسّن بين هاتين الخاصيتين قد يؤدي إلى المادة المُثلى لأجهزة المايكروويف المنضبطة.

بدأ نهج الباحثين بمنظومة مواد عازلة كهربيًّا، منخفضة الفقدان بطبيعتها، ولها صلة بتيتانات سترونشيوم الباريوم، وبالتحديد سلسلة "بِنَى رودلزدن–بوبر" (Ruddlesden-Popper Structures) $Sr_{n+1}Ti_nO_{3n+1}$، فقاموا بهندستها بهدف تحسين انضباطها. ولتقدير التصميم الهندسي الذي حققه الباحثون على المستوى الذري، ينبغي أولًا تخيل بنية هذه المواد. فهي مكونة من طبقات بيروفسكايت $SrTiO_3$، موضوعة بين طبقات كسوة أكسيد السترونشيوم الطرفية SrO (الشكل 1). عُرفت هذه البنى منذ أكثر من 50 عامًا، لكنها كانت مجهولة فيما يتعلق بالانضباط الإلكتروني. ومنذ سنتين، تنبأ الباحثون4 أنه تحت إجهاد الشد ثنائي المحور، ينشأ "عدم استقرار كهروحديدي" في أطوار رودلزدن–بوبر، وهو الحركة التعاونية لكل كاتيون تيتانيوم مشحون بالشحنة الموجبة، يتحرك في مجسمات ثُمانيّة الشكل مع أنيونات الأكسجين المحيطة المشحونة بالشحنة السالبة. وعدم الاستقرار الكهروحديدي هذا هو بالضبط المسؤول عن الانضباط الإلكتروني في تيتانات سترونشيوم الباريوم.

والتنبؤ غير العادي[4] لأطوار رودلزدن–بوبر، هو أن عدم الاستقرار الكهروحديدي هذا موجود بكل طبقة بيروفسكايت، ويحدث فقط إذا كانت المسافات بين طبقات كسوة أكسيد السترونشيوم الطرفية كبيرة بما يكفي. في قول آخر.. إدراج عدد معين، n، من طبقات البيروفسكايت سيزيد المسافة بين الطبقتين الطرفيتين من كسوة أكسيد السترونشيوم؛ ولدى بلوغ n قيمة حرجة، سيحدث عدم استقرار كهروحديدي ومعه سلوك انضباطي إلكتروني يتحقق من خلال تطبيق مجال كهربي.

أظهرت الحسابات النظرية للي وزملائه أنه عندما تكون n أكبر من 3 (أي عند وجود ثلاث طبقات بيروفسكايت مدرجة بين طبقتين من كسوة أكسيد السترونشيوم)، يحدث عدم استقرار كهروحديدي موضعي لأغشية رودلزدن–بوبر، حيث تُجهَد الشبكة البلورية لتضاهي الشبكة البلورية لركيزة سكاندات دِسبروزيوم ($DyScO_3$) الكامنة. وهذا الابتكار مثير بشكل خاص لدى أوساط علوم المواد، لأنه ـ ولأول مرة ـ أصبح لدينا عامل تحكم متغير n، يمكن استخدامه للتلاعب بخواص المادة العازلة كهربيًّا؛ للوفاء بمطلبي الفقدان المنخفض، والانضباط العالي اللازمين لأجهزة المايكروويف المنضبطة إلكترونيًّا، كالفلاتر (المرشحات) وخطوط التأخير، ومحولات الأطوار. والأكثر من ذلك.. هو أن هذا النهج لا يتضمن أي خلل ذري للمنظومة، وهو ما قد يزيد من فقد قدرتها كعوازل كهربية.

قام لي وزملاؤه، مزودين بهذه النظرية، باختبارها تجريبيًّا.



الشكل 1| سلسلة بِنَى رودلزدن-بوبر. بِنَى $Sr_{n+1}Ti_nO_{3n+1}$ البلورية التي درسها لي وزملاؤه[3] تتكون من طبقات بيروفسكايت $SrTiO_3$ مدرجة بين طبقات كسوة SrO. والبِنَى عندما تكون 6، 3، 1 =n، موضحة أعلاه، تظهر ذرات سترونشيوم ككرات خضراء؛ وذرات التيتانيوم في مركز المجسمات الثمانية (الصفراء)، مع ذرات الأكسجين (كرات حمراء) عند كل قمة.

ولم يتحققوا من صحة النظرية فحسب، بل أظهروا أيضًا أن درجة الحرارة T_c التي تخضع عندها المادة لتغير طوري بنيوي، من حالة كهربية "جانبية" فوق T_c إلى حالة ذات نسق كهروحديدي موضعي تحت T_c، يمكن التلاعب بها بتغيير قيمة n، وأن طبقات كسوة أكسيد السترونشيوم تقوم باستيعاب الغشاء بشكل غير قياسي كيميائيًّا (non-stoichiometry). هذا الاكتشاف الأخير مهم بشكل خاص، لأن السلوك غير القياسي يُستَوعب عادةً بواسطة عيوب نقطية بنيويّة، تعزز بشكل غير مرغوب فيه فقدان المواد العازلة كهربيًّا. وهذا الاستيعاب البديل للغشاء بشكل غير قياسي يحافظ على سمة انخفاض فقدان الغشاء. وقد كشفت التجارب التفصيلية أن سلسلة بِنَى رودلزدن–بوبر $Sr_{n+1}TinO_{3n+1}$ عند n=6 تبدي فقدانًا منخفضًا وانضباطًا جيدًا مستقرَّين على مدى نطاق تردد تشغيلي عريض (من كيلوهرتز واحد إلى 125 جيجاهرتز). ولهذا السلوك أهمية كبيرة، لأنه يظهِر أن الأجهزة الانضباطية المكونة من هذه الأغشية يمكن استخدامها عبر طيف واسع من الترددات، مع أداء مستقر ومعزز وقابل للتنبؤ.

وكما في جميع الاكتشافات، سيكون هناك دائمًا رافضون لا يعترفون بالنتائج الجديدة، حتى تفوق قيمتها الجوهرية أفضل تقنية ضمن فئتها، وهي في هذه الحالة تيتانات سترونشيوم الباريوم. ولَدَى مقارنة الخواص المتعارضة سلبيًّا، مثل الفقدان والانضباطية، بين مختلف منظومات المواد، من المفيد أن يكون هناك رقم جدارة (FOM)، وهي كمية مستخدمة لتوصيف أداء منظومة المواد. ورقم الجدارة الأوسع قبولًا للمواد العازلة الانضباطية هو نسبة الانضباط إلى فقدان المادة العازلة كهربيًّا. يعكس رقم الجدارة هذا حقيقة أن دائرة المايكروويف الانضباطية لا تستطيع الاستفادة الكاملة من الانضباط العالي، إذا كان الفقدان عاليًا[5]. وبدورهم، قدَّم لي وزملاؤه بيانات رائعة تُظْهِر أن رقم الجدارة، عبر نطاق الترددات 1–125 جيجاهرتز بالنسبة إلى هذه الأغشية الجديدة، أفضل بشكل كبير منه لدى تيتانات سترونشيوم الباريوم.

إذن، أين نذهب من هنا؟ كبداية، اكتشاف عامل التحكم المتغير هذا ينبغي أن يحفز البحث؛ للوقوف على إمكانية استخدامه في الأنظمة ذات الصلة؛ لتحقيق أداء أعلى. ونقل هذه المواد إلى أجهزة عملية سيتطلب أيضًا إحلال ركائز واسعة منخفضة التكلفة ملائمة للمايكروويف محل ركائز سكاندات دِسبروزيوم ($DyScO_3$) الباهظة صغيرة الحجم المخصصة لأغراض البحث، لكنّ لي وزملاءه أتاحوا انطلاقة لهذا باقتراح طبقة سكاندات دِسبروزيوم عازلة مرتخية (غير مجهدة)، على ركائز ذات صلة بالمايكروويف، كحل قابل للتطبيق. وبصرف النظر عن المسار القادم، فإن هذا الاكتشاف ـ الذي يتيح انضباط عدم الاستقرار الكهروحديدي بواسطة الهندسة الذرية، دون إضافة أي خلل ـ يُعَد مثيرًا للاهتمام، ويفتح سبل استخدام الهندسة الذرية لتجاوز افتقاد التطبيق العملي لعلوم المواد في الطبيعة. ■

ميلاني دبليو. كول تعمل بمختبر أبحاث الجيش الأمريكي، أبردين بروفنج جراوند، ميريلاند، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: w.cole.civ@mail.mil

1. Cole, M. W. *et al. Appl. Phys. Lett.* **92,** 182906 (2008).
2. Bao, P., Jackson, T. J., Wang, X. & Lancaster, M. J. *J. Phys. D* **41,** 063001 (2001).
3. Lee, C.-H. *et al. Nature* **502,** 532–535 (2013).
4. Birol, T., Benedek, N. A. & Fennie, C. J. *Phys. Rev. Lett.* **107,** 257602 (2011).
5. Zhu, X. *et al. J. Electr. Mater.* **32,** 1125–1133 (2003).

منتدى النقاش علم الجينوم

مقارنات بين أنواع السرطانات

تمضي الأبحاث المتعلقة بتحليل الجينومات المختلفة للسرطانات إلى ماهو أبعد من حدود مرض بعينه، حيث يعكف الباحثون الآن على مقارنة الخصائص الجينية وغير الجينية لأنواع متعددة من الأورام. يعلق اثنان من العلماء على ما يمكن لمثل تلك الأبحاث أن تكشفه لنا عن السرطان حيويًّا، وكيف يمكن لتلك المعرفة أن تسهم في التطبيقات الطبية.

الدراسة في سطور

- تقوم الشبكات البحثية حول العالم بفهرسة طفرات الحمض النووي (DNA)، والتغيرات الكيميائية في البروتينات المرتبطة به، ومستوى إنتاج الحمض النووي الريبي والبروتينات في الآلاف من الأورام البشرية.
- في سلسلة من 16 بحثًا[1]، أحدها منشور في الصفحة 333 من هذا العدد (كاندوث وزملاؤه)[2]، تقدم شبكة أبحاث أطلس جينوم السرطان (TCGA) مقارنات لتلك البيانات بين 12 نوعًا مختلفًا من السرطان (شكل 1).
- تعتبر تلك الأبحاث جزءًا من الجهود البحثية التي تقوم بمسح أنواع متعددة من السرطان ومقارنتها لتكشف القواسم المشتركة بين جميع أنواع المرض، والتغيرات الجزيئية المشتركة التي تبدو غير ذات علاقة بعضها ببعض، ولتحدد الطفرات المقتصرة فقط على أنواع محددة من السرطان.
- ستسهم تلك النتائج في تطوير استراتيجيات التشخيص والتنبؤ بمستقبل المرض وعلاجه بشكل أفضل.

نظام ينبثق من فوضى

آلان آشْوُورْث

أدى ظهور التقنيات الحديثة القوية الهادفة إلى تعيين تسلسل القواعد في الحمض النووي خلال الأعوام القليلة الماضية إلى قفزة غير مسبوقة في معرفتنا بطبيعة الجينومات السرطانية[3]. وقد تم إنتاج المئات من نماذج الجينومات لأنواع عديدة من السرطان بالفعل، وسوف تستمر هذه العملية إلى أن نصل إلى صورة نهائية واضحة للجينوم السرطاني. ورغم ذلك.. يبدو من المناسب ملاحظة وتقييم الأنماط التي تظهر من مقارنة الجينومات لأنواع مختلفة من السرطان[2،4]، وهو ما تحققه لنا الأبحاث الحالية، حيث تسمح لنا باختلاس نظرة أولية خاطفة على عمليات الطفرات المشتركة التي تشكِّل الجينومات السرطانية.

إن الانطباع الأول الذي يبدو من تلك المقارنات هو التنوع الهائل. فبعض أنواع السرطان لها، في المتوسط، تغيرات جينية طفيفة، بينما يُظهِر البعض الآخر نمطًا بالغ التعقيد من الطفرات. ومن المرجح أن تمثل معظم الطفرات في جينوم السرطان نوعًا من الضرر الجانبي الذي يظهر على هامش حدوث المرض نفسه، غير ذي علاقة به، لكن الأبحاث الهادفة إلى معرفة الطفرات الرئيسة الدافعة ـ تلك التي تسهم في تطور المرض[5] ـ تكشف لنا أن كلًّا من عدد وطبيعة تلك الطفرات الرئيسة يختلف بشدة بين أنواع السرطان المختلفة[3]. وفي بعض الحالات، نرى تغيرات حادثة في المسار الخلوي نفسه في أنواع متفرقة من السرطان، سببتها طفرات رئيسة في جينات مختلفة.

والتفرد بين طفرات الجينات والمسارات الخلوية أصبح جليًّا أيضًا[2،3]، حيث يوفر أدلة على أيّ الجينات أو المسارات لها أدوار غير متكررة في عملية التسرطن (نشوء وتطور السرطانات). وباستخدام تلك البيانات، قد نتمكن في النهاية من فهْم كيف تسهم الاضطرابات الحيوية في مجموعها ـ بالتفاعل مع بعضها البعض ـ في التنوع الظاهري للسرطان في الإنسان. هناك أيضًا إمكانية حل لغز الترتيب الذي تتغير به المسارات الخلوية أثناء تطور المرض، والذي من المرجح ألا يكون عشوائيًّا بالنظر إلى التفاعلات الجينية[6]. والمعرفة المتزايدة بهذين الموضوعين قد تكون بداية لآليات علاج ووقاية ناجحة.

ومقارنة نوع التغيرات الجينية والكثافة التي تحدث بها، والتركيب الجينومي عمومًا بين أنواع السرطان المختلفة يعطينا فكرة عن عمليات التطفر التي حدثت على أساسها تلك التغيرات[4]. وتَرَاكُم العمليات الخلوية المحفزة للتطفر، والتعرض لعوامل داخلية أو بيئية، والعيوب في عملية إصلاح الحمض النووي على مدى عدة سنوات أو عدة عقود، يؤدي إلى "ندوب" جينومية[7]، يمكن أن تساعدنا على فهم سبب نشوء المرض في شخصٍ ما. والآثار المطفرة لتدخين التبغ، والتعرض البالغ لأشعة الشمس، على سبيل المثال، ظاهرة بوضوح في بعض السرطانات، لكن هناك ظواهر جديدة أيضًا يتم وصفها، وتُصاغ مصطلحات جديدة لها مثل "تهشم الكروموسومات الفردية"[8]، وهي عملية تتعرض فيها قطع من عدة كروموسومات للكسر في وقت واحد، أو "التطفر العاصف"[9]، وهي عملية حدوث طفرات بشكل كثيف في مناطق معينة متفرقة من الجينوم. وكثير من العمليات التطفرية الأخرى التي لم تكن معروفة من قبل تشترك على ـ ما يبدو ـ في تطور سرطانات معينة. ودراسة تلك الظواهر قد تكشف عن عوامل أخرى مؤثرة على نمو السرطانات[4].

لقد أخبرتنا تلك الأبحاث الأولى بالكثير، لكن يظل هناك الأكثر مما يجب عمله. أولًا، هناك حجة قوية لاستكمال المسح الشامل والمفصل ليشمل جميع أنواع السرطانات البشرية. ومن الغريب أنه بدلًا من أن يؤدى ذلك إلى المزيد من التعقيد، فإنه ـ على العكس ـ سيسمح لأنماط مشتركة بأن تظهر من بين هذا الضجيج من المعلومات. ثانيًا: ركزت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معظم أبحاث الطفرات الرئيسة على المناطق المشفرة لإنتاج بروتينات، التي تمثل فقط حوالى 1% من الجينوم البشري. ويبدو من الممكن أن تكشف دراسة المناطق غير المشفرة عن ثروة من الطفرات ذات العلاقة بالسرطان. ثالثًا: التغيرات اللاجينية، تلك التي تؤثر على عملية التعبير الجيني وإنتاج البروتين، دون تغيير لتتابع قواعد الحمض النووي نفسه، التي تسبب حدوث السرطان، أو تظهر أثناء نموه وتطوره يجب أن يتم تضمينها في المشهد. رابعًا: معظم الأورام التي تمت دراستها حتى الآن هي سرطانات أولية، لم تتعرض لأي علاج؛ وتحتاج جينومات السرطانات القابلة للانتقال والمقاومة إلى العلاج، حتى تتم دراستها بالتفصيل أيضًا. وأخيرًا، فقد أشارت دراسات عديدة إلى وجود تغيرات وراثية بين الخلايا المختلفة في الورم الواحد، وهي ظاهرة بحاجة إلى أن تُدرّس بشكل أعمق؛ لمعرفة مدى انتشارها. ■

آلان آشْوُرْث معهد أبحاث السرطان، لندن SW73RP، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: alan.ashworth@icr.ac.uk

نظرة طبية

توماس ج. هدسون

إن تصنيف السرطانات من منظور واسع يقارن بين الأورام المختلفة لا يوفر فقط معرفة حيوية، ولكنه يوفر أيضًا معلومات مهمة للتطبيقات الطبية. وتظهر قيمة تلك الطريقة البحثية الماسحة لأنواع عدة من السرطان في الدراسة، التي قام بها كاندوث وزملاؤه[2]، والتي تركز على أبسط أنواع الطفرات (استبدال قواعد منفردة، أو إدخال أو مسح عدد قليل من القواعد في التسلسل الطبيعي للجينات المشفرة لإنتاج بروتينات). وباستخدام اختبارات إحصائية صارمة تستند إلى قياس معدلات تكرار تلك الطفرات، قام المؤلفون بتحديد 127 جينًا يتطفر بشكل واضح من خلال تحليل معقد لـ3281 عينة تمثل 12 نوعًا مختلفًا من الأورام. ورغم أن العديد من تلك الجينات قد ثبت من قبل حدوث طفرات بها في حالات السرطان، إلا أن وجود تلك الطفرات في نطاق واسع من السرطانات لم تتم دراسته حتى الآن.

قامت مجموعة كاندوث البحثية أيضًا بدراسة تلك الجينات كمؤشرات على مدى تقدم المرض، مستخدمين معلومات إكلينيكية تم جمعها بواسطة "شبكة أبحاث أطلس جينوم السرطان" (TCGA)10، مثل توقيت عودة ظهور المرض، ووقت الوفاة.

ورغم أن أبحاث نسب الشفاء من بين أنواع السرطان المختلفة صعبة للغاية، نتيجة للتباين الكبير في الأعراض الإكلينيكية للسرطانات المختلفة، مثل سن ظهور المرض، وطرق العلاج المناسبة، وقدرة الورم على الانتشار في أماكن أخرى، إلا أن حجم الدراسة الضخم يعطي فرصة كافية لكشف عديد من الترابطات المتعلقة بتقدم المرض. وعلى سبيل المثال.. فقد ثبت أن الطفرات في جينات عدة، من بينها BAP1 وDNMT3A وKDM5C وFBXW7 وTP53 ترتبط بمعدلات شفاء ضئيلة، بينما الطفرات في الجينين BRCA2 وIDH1 ترتبط غالبًا بالتحسن في حالة المرض.

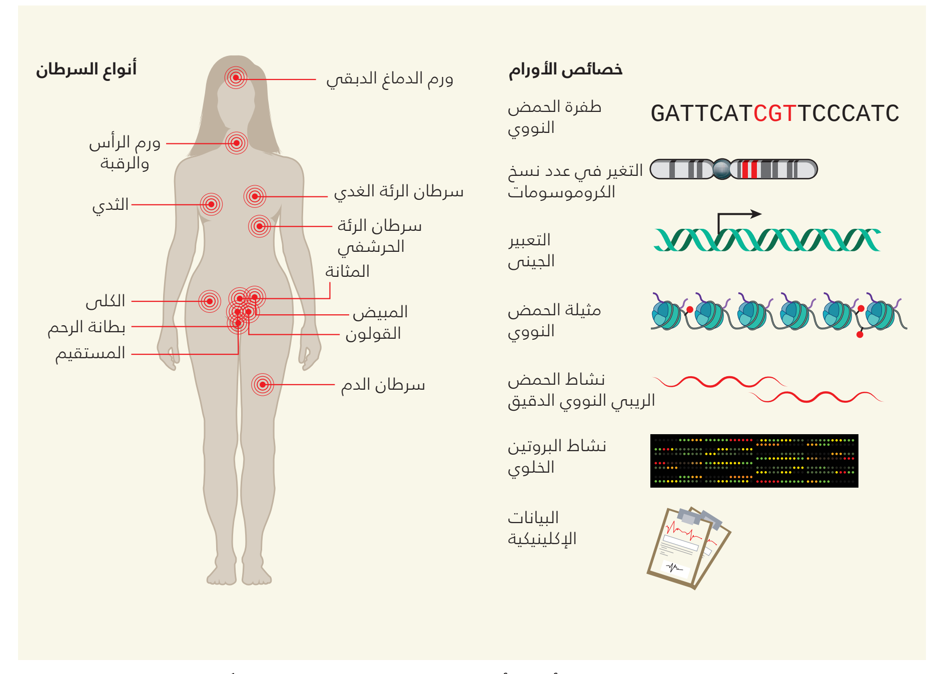
ومن الجدير بالملاحظة أن الدراسات القائمة على فحص أنواع متعددة من السرطان يمكنها أن تغفل عن الإشارات الجينية التي تعمل كمؤشرات على مدى تقدم الأنواع المنفردة من السرطان (مثل KDM6A وARID1A في حالة سرطان المثانة)، مما يؤكد على أهمية تحليل البيانات على كلٍّ من مستوى الأنسجة المنفردة، ومستوى عموم السرطانات معًا. ومع ذلك.. فإنه إذا ثبتت أهمية جينات معينة في التكهن بمستقبل المرض باستخدام طريقة المسح والمقارنة بين السرطانات المختلفة في عدد كبير من مرضى السرطان، فإن التقييم الإكلينيكي لتلك الجينات قد يسهم في تحديد المرضى ذوي الفرصة الأكبر لعودة الورم وانتشاره في أماكن أخرى من أجسادهم، والذين يمكنهم بالتالي الاستفادة من بعض العلاجات المساعِدة.

لقد تم تطبيق هذه الاستراتيجية بالفعل على مرضى سرطان الثدي المبكر من خلال استخدام صور لمستويات التعبير الجيني لجينات متعددة12،11. وفي المستقبل، سيكون من المفيد أن يتم ربط الجينات التي تثبت أهميتها في أنواع متعددة من السرطانات بمدى الاستجابة للعلاج، على الرغم من أن تلك المعلومات ستتطلب استخدامًا موسعًا للصور الجينومية في التجارب الإكلينيكية وسجلات مرضى السرطان13، ونماذج جديدة لمشاركة البيانات بين المؤسسات البحثية المختلفة14.

كيف يمكن استغلال تلك الأبحاث الماسحة لأنواع متعددة من السرطانات في عملية تطوير الأدوية والعلاجات؟ إحدى الطرق هي ترتيب الأهداف الدوائية، التي يمكن أن تستخدم لتحديد أولويات مشاريع تطوير الأدوية. والأهم من ذلك.. هو تحديد العلاقات الوظيفية بين مجموعات الجينات أو المسارات الخلوية. والتعديل الدوائي لتلك المسارات يوفر طريقة بديلة لتطوير الأدوية في حالة ما إذا كانت الجينات المستهدفة مشفرة لبروتينات لا تُعتبَر مناسبة كأهداف علاجية. والعديد من المسارات الخلوية التي كانت قد تمت الإشارة إليها مؤخرًا من قبل مشروعات بحثية أخرى ماسحة للسرطان (مثل تلك المسارات المتعلقة بعمليات تقطيع الحمض النووي الريبي، وتنظيم النسخ، والأيض الغذائي)، تم تأكيد ارتباطها بالسرطان خلال الدراسات الماسحة الحالية، مما يدعم الاعتقاد بأن تلك المسارات يجب أن تؤخذ في الاعتبار كأهداف علاجية.

يجب أن نتوقع المزيد من المفاجآت بعد تضمين أنواع إضافية من السرطان15، وفئات أخرى من الطفرات (من ضمنها تلك الطفرات التي تحدث في المناطق غير المشفرة من الجينوم) والملاحظات الوظيفية للجينومات16 في الجيل القادم من دراسات السرطان الماسحة. وتحديد القواسم المشتركة ـ بالإضافة إلى القيم المتطرفة أيضًا ـ للسرطانات له القدرة على إفادة المرضى من خلال تحسين الاختبارات المعملية، وإتاحة فرص تطوير علاج جديدة، وقرارات علاجية معتمدة على معرفة أفضل. ■

توماس ج. هدسون يعمل بمعهد أونتاريو لأبحاث السرطان، تورونتو، أونتاريو M5G0A3، كندا.
البريد الإلكتروني: tom.hudson@oicr.on.ca



شكل 1| الدراسات الماسحة للسرطان. قامت شبكة أبحاث أطلس جينوم السرطان بتقديم سلسلة[1] من النتائج الأولية من مقارنات لخصائص الأورام والبيانات الإكلينيكية لآلاف المرضى، التي تغطي 12 نوعًا من الأنواع الكبرى للسرطان.

1. www.nature.com/ng/focus/tcga/index.html
2. Kandoth, C. *et al. Nature* **502,** 333–339 (2013).
3. Garraway, L. A. & Lander, E. S. *Cell* **153,** 17–37 (2013).
4. Alexandrov, L. B. *et al. Nature* **500,** 415–421 (2013).
5. Lawrence, M. S. *et al. Nature* **499,** 214–218 (2013).
6. Ashworth, A., Lord, C. J. & Reis-Filho, J. S. *Cell* **145,** 30–38 (2011).
7. Lord, C. J. & Ashworth, A. *Nature* **481,** 287–294 (2012).
8. Stephens, P. J. *et al. Cell* **144,** 27–40 (2011).
9. Nik-Zainal, S. *et al. Cell* **149,** 979–993 (2012).
10. The Cancer Genome Atlas Research Network *Nature Genet.* **45,** 1113–1120 (2013).
11. Glas, A. M. *et al. BMC Genomics* **7,** 278 (2006).
12. Paik, S. *et al. N. Engl. J. Med.* **351,** 2817–2826 (2004).
13. Dancey, J. E., Bedard, P. L., Onetto, N. & Hudson, T. J. *Cell* **148,** 409–420 (2012).
14. Check Hayden, E. *Nature* **498,** 16–17 (2013).
15. The International Cancer Genome Consortium *Nature* **464,** 993–998 (2010).
16. The ENCODE Project Consortium *Nature* **489,** 57–74 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفيزياء التطبيقية

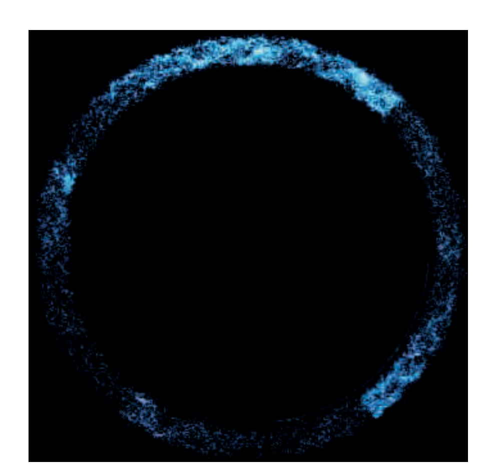
القطعان الدوّارة

أظهرت تجمعات الجزيئات الدوّارة حركة جماعية أحادية الاتجاه في شكل مضمار سباق مطوّق. وتطرح النماذج النظرية أن التأثيرات الهيدروديناميكية والكهربائية الساكنة تعزِّز مثل هذا السلوك.

مايكل شِـلـي

في دراسة نُشرت سنة 1896، أظهر الفيزيائي الألماني جيورج كوينكه أنه عندما تُعَلَّق كرة عازلة في محلول موصل كهربيًّا، فإنها تدور لدى تطبيق مجال كهربي قوي بما يكفي[1]. وفي ورقة بحثية نُشرت في عدد 7 نوفمبر للطبعة الدولية من دوريّة «نيتشر»، استخدم بريكارد وزملاؤه[2] هذا التأثير المعروف قليلًا ـ ويسمى حاليًا دورة كوينكه ـ كآلية لتحويل الطاقة، أو كمحرك، لدفع حشود بالملايين من الكرات المجهرية بطريقة عفوية نحو تشكيل قطعان دوّارة (الشكل 1). وفي تطويق (enclosure) على شكل مضمار سباق، تندمج قطعان كوينكه الدوّارة هذه في حشد أحادي الاتجاه، يدور حول المضمار (انظر الشكل 2 في الورقة البحثية، في عدد 7 نوفمبر للطبعة الدولية من دوريّة «نيتشر»)، وتزداد حجمًا بزيادة تركيز الدوائر. يُفسِّر الباحثون نتائجهم ويبررونها باستخدام نماذج رياضية؛ لإظهار أن دوّارات كوينكه عند المسافات القصيرة تتفاعل بشكل أساسي من خلال تأثيرَيْن متزاوِجَيْن: تفاعل هيدروديناميكي يعزز اصطفاف اتجاهات التموّج "قطبيًا" (أي حركة الدوائر في الاتجاه نفسه)، وتفاعل كهربي ساكن طارد.

تمثل قطعان كوينكه الدوّارة مثالًا جديدًا للمادة النشطة. وهذا موضوع لمجال يغطي تخصصات عديدة، يعود أصلها إلى رغبة الباحثين في فهم البِنَى ذاتية التنظيم في الأحياء، مثل أسراب الطيور، وحشود البكتيريا، والهياكل الخلوية[3]. ورغم افتقاد المادة النشطة للتعريف البسيط، فنحن نميل إلى الاعتقاد بأنها تلك المؤلفة من جسيمات ربما متطابقة، متفاعلة، يستخدم كل منها مصدر طاقة محليًّا لتنفيذ تغير في



شكل 1| القطعان الدوّارة. أظهر بريكارد وزملاؤه2 كيف أن الكرات المجهرية الدوّارة المحجوزة في مسار، تشكّل لحظيًّا وتلقائيًّا قطعانًا متحركة. حجم الحبيبة 5 مايكرومترات؛ وطول المسار 31.5 مليّمتر.

الشكل، أو التوجه، أو الموقع. تُماثِل القطعان الدوّارة المعلّقات السابحة المجهرية، كالحمّامات البكتيرية[4]، التي تتفاعل أعضاؤها مع بعضها هيدروديناميكيًّا. وبخلاف تلك السابحة الحرة، تتحرك دوّارات كوينكه من خلال عزم دوران صافٍ، مما يؤدي إلى اقتران هيدروديناميكي مختلف جدًّا بينها.

تم تصميم أنظمة المادة النشطة الاصطناعية الأخرى وتزويدها بالطاقة بواسطة التفاعلات الكيميائية[5]، والتذبذب الميكانيكي[6]، والتحليل المائي لجزيء الطاقة الخلوي أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)[7]، والمجالات الضوئية[8] والمغناطيسية[9] والكهربية (كما في دوّارات كوينكه). ويمكن توسط التفاعلات بين الحبيبات المكونة لمنظومة مادة نشطة بتأثيرات عديدة: تدفق مستحث في السائل المحيط؛ مجالات موزعة مكانيًّا، كالتركيز الكيميائي، أو مجال كهربي؛ اقتران ميكانيكي مباشر؛ واصطدامات. ومجموعة السلوكيات الجمعية أيضًا كبيرة: تشكيل الدوامات، والنفاثات، والمجموعات، والبلورات، والنجميات، والحشود، واللزوجات المعلقة الغريبة، وديناميكيات العيوب، والحركات المتواصلة شبه المضطربة. الواضح أن المادة النشطة غنية كظاهرة.

تشمل عناصر قوة هذه الدراسة الآليّةَ المبتكرة لنقل الطاقة الخاصة بالمنظومة، والبساطة النسبية لسلوكيات المنظومة (على الأقل تحت القيود الهندسية لمضمار السباق)، والاكتمال الواضح للنظرية المفسّرة. وهناك عنصر قوة آخر، وهو أن النظرية يمكن ربطها بنماذج ظواهر الاحتشاد[10]، التي لا ترتكز عواملها المتغيرة إلى فيزياء معينة، أو استجابات سلوكية. والفيديوهات التجريبية للباحثين لتَشَكُّل قطعان كوينكه الدوّارة وتَحرُّكِها واندماجِها تستحق المشاهدة جيدًا (انظر: go.nature.com/tqlqsp). واللافت للنظر بالتحديد لقطات تظهر سلوكًا جازمًا للدوّارات، لا يشبه القطيع عندما يطوّقها تطويق دائري.

ولَدَيّ اعتراضان طفيفان: إحدى سمات تجمع الدوّارات هي انتظامها إحصائيًّا، أو افتقادها لتذبذبات الكثافة الكبيرة، عند التركيزات العالية (انظر الشكل 4ج في الورقة البحثية 2). يقول الباحثون إن تذبذبات الكثافة الكبيرة كانت تُعتبَر ـ حتى الوقت الراهن ـ سمة مميزة لمنظومات مادة نشطة كمنظومتهم. وتبدو هذه حجة واهية، رغم أن تذبذبات الكثافة الكبيرة هي بالتأكيد سمة كثير من هذه المنظومات، وظهورها شأن يخص الاهتمام العلمي أكثر من التعريف. وتمثل جزيئات معلقات الحبيبات "الساحبة" ذاتية الدفع المزودة بالطاقة من الأمام مثالًا مناقِضًا. فقد أظهرت الدراسات النظرية أن مثل هذه المعلقات الساحبة، بخلاف المعلقات "الدافعة"، ورغم التفاعلات الهيدروديناميكية، تحافظ أيضًا على شبه انتظام إحصائي، رغم أنها لا تبدي ميلًا بتاتًا نحو اصطفاف المعلقات السابحة[11] (بعض المتعاطفين قد يعتبرون هذا نمطًا خاصًّا من السلوك الجمعي). وبالإضافة إلى ذلك.. رغم أن بريكارد وزملاءه أحسنوا استخدام نظريتهم اللاخطية في حساب تحولات واستقرار الحالات المستقرة للنظرية، فإنني أشعر ببعض خيبة الأمل عندما لا تتخذ الدراسات خطوة إضافية نحو محاكاة الديناميات كاملة، ولا تسعى نحو وضع النظرية على عتبة الملاحظات التجريبية.

والسؤال الآن: ماذا يمكن لدراسات إضافية حول دوّارات كوينكه أو منظومات أخرى ذات صلة أن تستكشف؟ أظهرت دراسة بريكارد وزملائه أن هندسة التطويق هي أحد المحددات الرئيسة لسلوك معلقات دوّارات كوينكه. ونظرًا إلى أن حشدًا مفردًا مستمرًّا متحركًا يظهر عند تركزات عالية في هندسة مضمار السباق، فسيكون مثيرًا للاهتمام أن نرى ما هي الديناميكيات الناشئة في تطويق ثُماني الشكل، حين يبدو الاصطدام حتميًّا. ولأن الباحثين حدسوا أن أنظمة المادة النشطة قد تكون لها تطبيقات في فهم الظواهر الاجتماعية، دعوني أذكر أحدها. يُظهِر المشاة في شوارع نيويورك اصطفافًا موضعيًّا ونفورًا أيضًا لدى تحركهم خلال المدينة، وعندما تتقاطع كتلتان متضادتان عند أحد التقاطعات، لاحظتُ تَشَكُّلًا تلقائيًّا لحظيًّا لممرات متشابكة؛ يَسَّرت إزاحة فعّالة سلسة بلا اصطدام لمشاة نيويورك من أحد جانبي الشارع إلى الآخر. وأرجِّح أن كتل السائحين، التي غالبًا ما تكون أقل اعتيادًا لحياة المدن المكتظة، تتحرك خلال المدينة بطريقة أقل انتظامًا. وأتساءل بجديّة عما إذا كانت منظومة أخرى ذات صلة، ربما تستحث اصطفافًا غير قطبي، قد تكون معدة خصيصًا بحيث تعيد إنتاج ما شاهدته. كما أتساءل أيضًا عن إمكانية تقييد دوّارات كوينكِه بمحاذاة جدار، ربما بوضعها في منخفضات (ضغط)، بحيث تنشئ مضخة موائع مجهرية.

أخيرًا، أعتقد أن فهمًا حقيقيًّا لاحتشاد الطيور والسمك يبقى بعيدًا عن منال المنظومات صغيرة النطاق، مثل دوّارات كوينكه الموصوفة هنا. ذلك أننا لا زلنا نفتقد فهمًا لكيفية تفاعل كائنات كبيرة محكومة بقصورها الذاتي، طائرة أو سابحة مع بعضها، بشكل بنّاء أو هدّام، من خلال مجالاتها الدَّوّامِيَّة. ■

مايكل شِـلي يعمل في معهد كوارنت، جامعة نيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: shelley@cims.nyu.edu

1. Quincke, G. *Ann. Phys.* **295,** 417–486 (1896).
2. Bricard, A., Caussin, J.-B., Desreumaux, N., Dauchot, O. & Bartolo, D. *Nature* **503,** 95–98 (2013).
3. Ramaswamy, S. *Annu. Rev. Cond. Mat. Phys.* **1,** 323–345 (2010).
4. Dombrowski, C., Cisneros, L., Chatkaew, S., Goldstein, R. E. & Kessler, J. O. *Phys. Rev. Lett.* **93,** 098103 (2004).
5. Paxton, W. F. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **126,** 13424–13431 (2004).
6. Kudrolli, A., Lumay, G., Volfson, D. & Tsimring, L. S. *Phys. Rev. Lett.* **100,** 058001 (2008).
7. Sanchez, T., Chen, D. T. N., DeCamp, S. J., Heymann, M. & Dogic, Z. *Nature* **491,** 431–434 (2012).
8. Palacci, J., Sacanna, S., Steinberg, A. P., Pine, D. J. & Chaikin, P. M. *Science* **339,** 936–940 (2013).
9. Snezhko, A., Belkin, M., Aranson, I. S. & Kwok, W.-K. *Phys. Rev. Lett.* **102,** 118103 (2009).
10. Toner, J., Tu, Y. & Ramaswamy, S. *Ann. Phys.* **318,** 170–244 (2005).
11. Saintillan, D. & Shelley, M. J. *J. R. Sci. Interf.* **9,** 571–585 (2012).

ANTOINE BRICARD/NICOLAS DESREUMAUX/DENIS BARTOLO

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 10 أكتوبر 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 10 أكتوبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الخلايا الجذعية

تراتُب الخلايا الجذعية المنتِجة للدم

تُورِد هذه الدراسة تحديدًا وعزلًا لمجموعة فرعية ـ متميزة جزيئيًّا ووظيفيًّا ـ من الخلايا الجذعية المنتجة للدم (HSC)، المُعَدّة للتعبير الجيني الخاص بالصفائح الدموية. وأظهرَ تحليل آخر أن الخلايا الجذعية المنتجة للدم المُعدّة للصفائح الدموية لديها تحيُّز طويل الأمد أحيانًا لِنسَب الدم النُّخاعِيّ، ويمكنها التجدد ذاتيًّا، وتعزِّز خلايا جذعية منتجة للدم متحيزة للخلايا الليمفاوية، مما يضعها في قمة التسلسل الهرمي للخلايا الجذعية المنتجة للدم. وقد يوفر هذا التجمع الجديد للخلايا الجذعية هدفًا علاجيًّا مهمًّا لتعزيز إعادة تشكيل الصفائح الدموية بعد العلاج الكيميائي وزرع النخاع العظمي.

Platelet-biased stem cells reside at the apex of the haematopoietic stem-cell hierarchy

A Sanjuan-Pla *et al*

doi:10.1038/nature12495

التطور

ملمح تطوُّر الفقاريات

إنّ تطور الفك حلقة مهمة لتطور الفقاريات، لكن الفجوة المورفولوجية بين الفقاريات الفَكِّيَّة، والفقاريات اللافَكِّيَّة كبيرة، بحيث يصعب تحديد الخطوات الفردية المنخرطة بعملية التحول. والسجل الأحفوري مفيد.. فقد ألقى مين چو وزملاؤه الضوء على خطوة قرب نهاية العملية، حيث نشأت الفقاريات الفكية الحديثة ـ كسمك القرش، والسمك العظمي ـ من مجموعة سمك فَكِّي مدرَّع تُسَمَّى مصفحات الرأس ـ placoderms ـ المنقرضة منذ العصر الديفوني ـ وجزؤها الأمامي مغطى بصفائح عظمية مسطحة عريضة. ومعظم مصفحات الرأس لها فكوك تختلف عمّا لدى الفقاريات الفكية الحديثة. أمّا إنتلوجناثوس ـ وهو سمك مصفح الرأس، بجسم مدرع بالكامل ـ فله عظام فك تماثل ما لدى السمك العظمي الحديث. وهذا الكائن هو أكثر كائن بدائي معروف بما يمكن تمييزه كوجه.

A Silurian placoderm with osteichthyan-like marginal jaw bones

M Zhu *et al*

doi:10.1038/nature12617

الأحياء المجهرية

بكتيريا التهاب السحايا تكتشف حرارة المضيف

طورت بكتيريا النيسرية السحائية البشرية ـ التي تسبِّب تسمم الدم والتهاب السحايا ـ مختلف الآليات الدفاعية، ومنها كبسولة عَدِيد السَّكّاريد التي تساعد على البقاء في السوائل خارج الخلايا. وهنا، أظهر كريستوف تانج وزملاؤه أن تعبير الكبسولة يُنَظَّم في هذه البكتيريا بالمستشعر الحراري للحمض النووي الريبي الموجود بالمنطقة 5-غير المترجَمة (UTR-´5) من الحمض النووي الريبي المرسال لثلاثة جينات مطلوبة لتخليق الكبسولة حيويًّا. ويرى الباحثون أن البكتيريا تستشعر حالة التهاب الغشاء المخاطي البلعومي الأنفي باكتشاف ارتفاع درجة الحرارة المرتبطة بالالتهاب، وتجنيد المستجيبات المناعية. ثم تتمكن هذه البكتيريا المتعايشة مبدئيًّا من تعزيز دفاعاتها الخاصة، لمقاومة استجابات المضيف لمسببات عدوى فيروسية متزامنة، كالإنفلونزا.

Temperature triggers immune evasion by *Neisseria meningitidis*

E Loh *et al*

doi:10.1038/nature12616

البيولوجيا التطورية

روابط الالتهام الذاتي مع تكوُّن الأهداب

الهُدُب الأوّلِي عُضَيّ تأشيري غير متحرك، يوجد بمنطقة محددة من غشاء البلازما، حيث يعمل في نقل الإشارة، واستشعار المنبهات البيئية، كمستويات المغذيات. وكانت دراستان متكاملتان ـ نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» ـ قد وصفتا ارتباطًا جديدًا بين تَكَوُّن الأهداب والالتهام الذاتي. وبَيَّنَ زيمنج تانج وزملاؤه أن تحلُّل المنظِّم السلبي لتكوين الأهداب بالالتهام الذاتي ـ متلازمة الفم–الوجه–الرقمية1(OFD1) في توابع مُرَيكزيّة (في الصِّبْغِيَّات) ـ يعزِّز النشوء الحيوي للهُدُب الأوّلِي. كذلك، كشفت أولاتز بامبليجا وزملاؤها علاقة تبادلية بين نشوء الأهداب والالتهام الذاتي، وأظهروا أن الهُدُب الأوَّلِي مطلوب لأجل تنشيط الالتهام الذاتي المستحث بالتجويع، والالتهام الذاتي الذي ينظم سلبيًّا نشوء الأهداب. كذلك قد يعزز التواصل المتبادل بين الهُدُب الأوّلِي ومسار الالتهام الذاتي فهمنا للأمراض الهدبية البشرية.

Functional interaction between autophagy and ciliogenesis

O Pampliega *et al*

doi:10.1038/nature12639

Autophagy promotes primary ciliogenesis by removing OFD1 from centriolar satellites

Z Tang *et al*

doi:10.1038/nature12606

الفيزياء الذرية

"أربعة وثلاثون".. رقم سحري

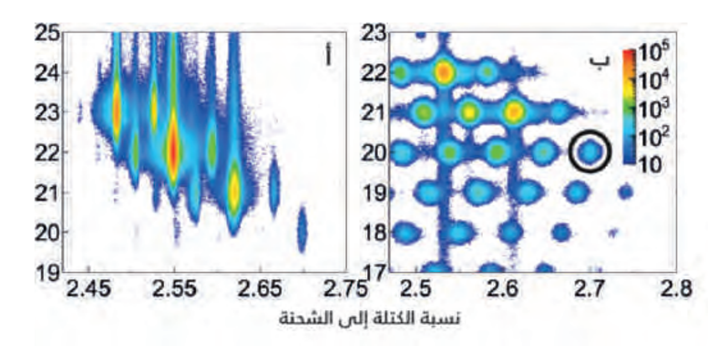
تشكِّل البروتونات والنيوترونات في النواة الذرية قُشورًا متميزة، تناظِر مستويات الطاقة المتزايدة، وتشبه نسبيًّا إلكترونات تدور في ذَرَّة. وفي الأنوية المستقرة طبيعية التكوين، توجد القشور المشغولة تمامًا عند أعداد بروتونات أو نيوترونات: 2، 8، 20، 28، 50، 82، 126، وهي ما تُسمَّى بالأعداد السحرية. وفي الأنوية غير المستقرة، حيث انعدام توازن كبير بين البروتونات والنيوترونات، يمكن لقشور جديدة أن تظهر، وأنْ تختفي أخرى، وتتطورالأعداد السحرية. وقد وَفَّرت دراسة طيفية لنواة الكالسيوم–54 الغني بالنيوترونات (20 بروتونًا، و 34 نيوترونًا) ـ باستخدام تفاعلات طرد البروتون من مقذوفات سريعة نشطة إشعاعيًّا متولِّدة بمصنع RIKEN لأشعة النظائر النشطة إشعاعيًّا ـ دليلًا مباشرًا على أن عدد النيوترونات 34 هو عدد سحري. وتزيل تلك النتيجة عدم يقين طال أمده حول وجود مثل ذلك العدد السحري، وتبرهن على الطبيعة «السحرية المُزدوجة» في عدد النيوترونات والبروتونات لنظائر الكالسيوم–54 الغريبة. ويُظْهِر الغلاف مِكْشافات أيوديد الصوديوم المستخدَمة لقياس أشعة جاما المنبعثة من الأطوار المستثارة للكالسيوم–54.

Evidence for a new nuclear 'magic number' from the level structure of ^{54}Ca

D Steppenbeck *et al*

doi:10.1038/nature12522

الشكل أسفله | مخططات تحديد الجسيم للنظائر المشعة. أ، مكونات شعاع نشط إشعاعيًّا، ناتجة عن تفتيت أيونات $^{70}Zn^{30+}$، واعتُمِدت من خلال الفاصل BigRIPS. المجموعات الأكثر شدة عند Z=21 و22 هي: ^{55}Sc و^{56}Ti على التوالي. **ب**، نواتج التفاعل المعتمدة من خلال المطياف ZeroDegree؛ أحداث ^{54}Ca أحيطت بدائرة سوداء. يوضح المقياس اللوني رقم معدودات الهستوجرام لكل خانة لكلا المخططين.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

تَدَرُّجات غشاء أيونات الصوديوم والبوتاسيوم

يتم تعبير مضخة Na^{+}/K^{+}، أو ثلاثي فوسفات الأدينوزين Na^{+}، K^{+} في غشاء البلازما بكافة الخلايا الحيوانية. إنها تضخ ثلاثة أيونات صوديوم (Na^{+}) خارج الخلايا مقابل أيوني بوتاسيوم (K^{+}) من وسط خارج الخلية لكل جزيء متحلِّل مائيًّا من ثلاثي فوسفات الأدينوزين (ATP)، وبالتالي يُنشئ تدرجات Na^{+} وK^{+} عبر الغشاء الخلوي. وقد حَلَّ ريوتا كاناي وزملاؤه عدة بِنَى بلورية بالأشعة السينية من ثلاثي فوسفات الأدينوزين Na^{+}، K^{+} هذا من كُلْيَة خنزير في حالة تسبق الوسيط المُفَسْفَر. ويكشف فحص مواقع تقييد أيون الصوديوم كيف يؤدي ثلاثي فوسفات الأدينوزين وظيفة مضخة محددة لأيون الصوديوم، رافضًا أيونات البوتاسيوم والكالسيوم (Ca^{2+})، رغم انخفاض أُلْفَتِهِ لأيون الصوديوم. وتفسر البِنَى البلورية آلية عمل أوليجوميسين oligomycin، المضاد الحيوي الذي يثبط ثلاثي فوسفات الأدينوزين هذا بتثبيت حالة وسيط مُفَسْفَر مَسْدُود بثلاثة أيونات صوديوم.

Crystal structure of a Na^{+}-bound Na^{+},K^{+}-ATPase preceding the E1P state

R Kanai *et al*

doi:10.1038/nature12578

الفيزياء

انتظام أشباه البلّورات

تختلف أشباه البلورات كليًّا عن البلورات التقليدية.. فأجزاؤها المكوِّنَة منتظمة، لكنها لا تعرض النمط المكرر الدقيق المشاهَد في البلورات. ويمكن لتلك البِنَى غير المعتادة أن تعطي أشباه البلورات مواصفات جديدة، ذات إمكانات مفيدة. والتركيب شبه البلوري نادر ومنحصِر في مواد محدَّدة قليلة. وقد أظهر وولف ودرا وزملاؤه مؤخرًا إمكانية حث التركيب شبه البلوري بأغشية رقيقة لمادة متبلرة عادية باستغلال عدم التطابق الهندسي بين نظامين دوريين مختلفين. وتحديدًا، وجدوا أن أغشية البيروفسكايت الرقيقة المُصَنَّعة من تيتانات الباريوم يمكن دفعها لاتخاذ بنية شبه بلورية اثناعشرية الأوجه، عندما تستنبت على ركيزة بلاتينيوم بلورية موجهة بشكل ملائم. وتطوير هذا النهج أكثر قد يقرِّب مفهوم التركيب شبه البلوري من نطاق واسع من المواد والتطبيقات التقنيّة.

Quasicrystalline structure formation in a classical crystalline thin-film system

S Förster *et al*

doi:10.1038/nature12514

البيئة

التنوع الحيوي يعزِّز انتعاش الغابات

قدرة الغابات الاستوائية على أنْ تعمل كبالوعات للكربون محدودة بمدى توافر النيتروجين المُثَبَّت، خاصة حيث تسترد الغابات عافيتها من اضطرابات طبيعية أو بشرية. انطلقت هذه الدراسة لتقدير مدى قدرة تثبيت النيتروجين بيولوجيًّا في التغلب على هذه المحدودية. وفي قطع سليمة، وأخرى استردّت عافيتها، اختيرت عشوائيًّا بغابات بنما، قدمت الأنواع الشجرية القادرة على تثبيت النيتروجين تكافليًّا أكثر من نصف الخمسين ألف كيلوجرام من الكربون النباتي الناتج لكل هكتار خلال فترة الـ12 سنة الأولى من انتعاش الغابات. كان التنوع الحيوي بين مثبتي النيتروجين حاسمًا للحفاظ على توافر النيتروجين، مع آثار محتمَلة لصنّاع السياسات الذين يصممون برامج تخفيف الكربون من خلال جهود إعادة تشجير الغابات وحِفْظ الأنواع.

Key role of symbiotic dinitrogen fixation in tropical forest secondary succession

S Batterman *et al*

doi:10.1038/nature12525

الوراثة

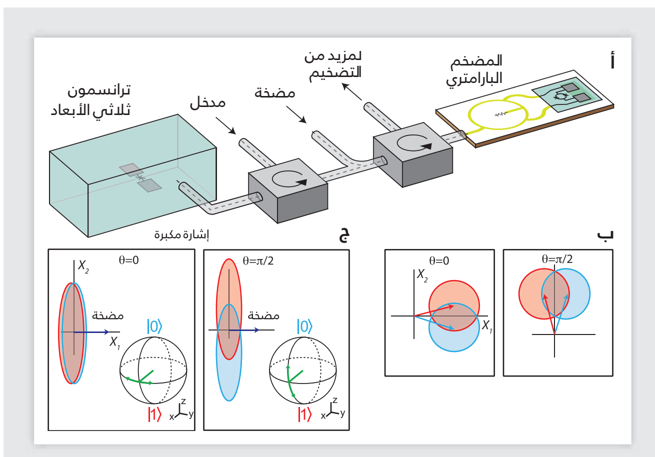
تطوُّر متقارب على المستوى الجيني

التطور المتقارب ـ الذي من خلاله تتطور صفات متماثلة في أنساب لا قرابة بينها ـ تعبير مألوف لقوة الانتقاء الطبيعي. ويُنظَر عادةً إلى هذه الصفات على أنها تمثِّل حلولًا تطوريّة بديلة، تنخرط فيها مجموعات جينات مختلفة، لكن هذه الرؤية تلقّت تحديًا من دراسة الثدييات ذات السونار الحيوي. وكشف تحليل التتابعات الجينومية في 22 نوعًا من ثدييات السونار الحيوي ـ بما فيها أربعة جينومات جديدة لخفافيش ـ عن أن التقارب ليس عملية نادرة تقتصر على بضعة مواضع جينية، لكنه واسع الانتشار، وموزَّع باستمرار، ومدفوع عادة بانتقاء طبيعي يعمل على عدد مواقع قليل لكل موضع جيني. ويكون التقارب الجيني قويًّا بشكل خاص في الجينات المرتبطة بالسمع أو بالصمم، لكن المفاجئ، أنه مرتبط بالبصر أيضًا.

Genome-wide signatures of convergent evolution in echolocating mammals

J Parker *et al*

doi:10.1038/nature12511



الفيزياء الكمية

قياس النظم الكَمِّيّة يحقِّق استقرارها

ترتد الحالة الكمية ـ كتراكب جسيم بين مستويي طاقة ـ سريعًا إلى حالة موصوفة تقليديًّا لدى اتصالها بالبيئة. ولتجنُّب «فك الترابط»، تُبذل جهود كبيرة عادة لعزل الأجهزة الكمية عن محيطها. وهناك طريقة أخرى.. فقد أظهر كيتر ميرش وزملاؤه إمكانية حفظ الترابط الكمي من خلال مراقبة متصلة ودقيقة للتقلبات البيئية، إذ درسوا بِتًّا كميًّا يتكون من جهاز فائق التوصيل، متموضع بفجوة موجة دقيقة (مايكروويف) مع تقلبات يُرجَّح أن تسبِّب فك الترابط. ووُجِد أن أعمال القياس الدقيق للطور أو لسعة التذبذبات توجِّه حالة البِت الكمي بامتداد مسارات عشوائية كمية تمامًا بطبيعتها. يطرح ذلك العمل نوعًا جديدًا من فعل السيطرة والتسخير عن بُعْد عبر القياس، وذلك لمعالجة الأنظمة الكمية في البيئات المعقدة، المتراوِحَة بين أنظمة بيولوجية وحاسبات كمية.

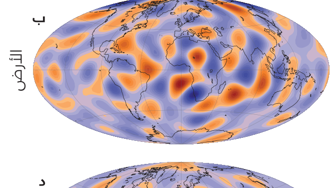
Observing single quantum trajectories of a superconducting quantum bit

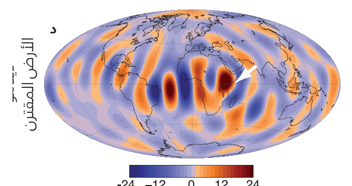
K Murch *et al*

doi:10.1038/nature12539

الشكل أعلاه | القياسات الضعيفة للتربيع المُفرد. أ، يتكون الإعداد التجريبي من كيوبِتْ ترانسمون فائق التوصيل، مقترن بطريقة مشتتة بفجوة دليل موجي نحاسي بمعدل اقتران $\chi/2\pi=-0.49$ MHz. يحدد منفذ الفجوة معدل تحلل الفجوة بمقدار $K/2\pi=10.8$ MHz. يتم تكبير الإشارات المنعكسة من الفجوة بواسطة مكبر جوزيفسون البارامتري للعامل المجمع (LJPA) المُشغَّل بمعامل تضخيم 10 ديسيبل وعرض نطاق ترددي لحظي 20 ميجاهرتز. **ب،** توضيح التباين الجاوسي لإشارات القياس مع الأطوار بالنسبة إلى مضخة التكبير، عند $\theta=0$ و$\pi/2$ بعد الانعكاس من الفجوة بحيث يكون الكيوبِت |1⟩ (أحمر) أو |0⟩ (أزرق). **ج،** توضيح إشارة القياس بعد الانعكاس عن مكبر جوزيفسون البارامتري للعامل المجمع. يتم تشغيل المكبر في الوضع الحساس للطور، حيث تتجمع الإشارات الضئيلة المكبرة أو منزوعة التكبير في طور واحد أو خارج الطور مع نغمة المضخة، ويتم تدويرها بمعدل $\pi/2$. الفعل الارتدادي للقياس على حالة تراكب كيوبت يشار على كرة بلوخ.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





علوم الأرض

التباين الجيومغناطيسي على سـطـح الأرض

أظهر جوليان أوبيرت وزملاؤه أن نمط التباين الزمني الجيومغناطيسي الملاحَظ على سطح الأرض يمكن إعادة إنتاجه من خلال تقنيّتين، اعتمادًا على لب الأرض الداخلي (الاقتران الجاذب بمحاذاة اللب الداخلي مع الوشاح الصخري ونمو اللب الداخلي التبايني)، الذي يكون في أسرع حالاته تحت إندونيسيا. وخلص الباحثون إلى أن تسيير حمل اللب الخارجي الحراري الصاعد المتغاير يهيمن على التسيير الهابط لتغايرات الوشاح الصخري الحرارية، ويُموضِع التباينات المغناطيسية بقطاع طولي متمحوِر تحت الأطلسي.

Bottom-up control of geomagnetic secular variation by the Earth's inner core

J Aubert *et al*

doi:10.1038/nature12574

الشكل أعلاه | خرائط المجال المغناطيسي والتباين الزمني طويل الأمد. أ– د، مساقط هامر المتمحورة حول الأطلسي للمجال المغناطيسي الشعاعي عند الحد بين اللب والوشاح الصخري **(أ، ج)** ومعدله الزمني للتغير أو التباين الزمني الشعاعي طويل الأمد **(ب، د)؛** البيانات من نموذج المجال المغناطيسي الأرضي gufm-sat-Q3 في عام 2001 (أ، ب) ولقطة لنموذج دينامو الأرض المقترن (ج، د؛ البرتقالي يدل على المجال المغناطيسي باتجاه الخارج)، تم تصفية كل منهما عند درجة تناغمية كروية من الرتبة 13. تُؤشِّر الأسهم البيضاء في (ج، د) على موضع مُختار؛ لمزيد من التحليلات.

الجينوميات

التاريخ الجينومي لفيروس H7N9

تناول يي جوان وزملاؤه التاريخ التطوري لفيروس إنفلونزا H7N9 الذي ظهر مؤخرًا في البشر بالصين. وبالمراقبة الميدانية الجارية بعد اندلاع المرض بقليل، أتاح الباحثون عددًا من الجينومات الجديدة لفيروس إنفلونزا الطيور: 34 جينومًا لفيروس H7N7، و3 جينومات لفيروس H7N9، و19 جينومًا لفيروس H9N2، وكذلك 197 تتابعًا جينوميًّا من العزلات المؤرشفة بعد جمعها بين عامي 2000، و2013 بجنوب الصين. ووجد الباحثون أن فيروسات H7 ربما انتقلت من البط إلى الدجاج في حالتين منفصلتين على الأقل، وأن اندماج الفيروس مع فيروسات H9N2 نتجت عنه سُلالة H7N9 المنتشرة حاليًّا، وكذلك سُلالَة H7N7 الأخرى غير المحدَّدة سابقًا. واستطاعت فيروسات H7N7 نقل العدوى للقوارض على نطاق تجريبي. ورغم قلة الأدلة التي تشير إلى أن هذه الفيروسات متأقلمة ثدييًّا، يرى الباحثون أن تهديد الوباء الحالي يمكن أن يمتد متجاوزًا فيروسات H7N9.

The genesis and source of the H7N9 influenza viruses causing human infections in China

T Lam *et al*

doi:10.1038/nature12515

الوراثة الجزيئية

ربط مثيلة الحمض النووي بالتكرار

يؤدي Uhrf1 ـ وهو بروتين نطاق إصبع RING (جين جديد يثير الاهتمام) ـ دورًا أساسيًّا في الحفاظ على أنماط مثيلة الحمض النووي أثناء التكرار بتجنيد إنزيم ميثيل ترانسفيراز الحمض النووي (Dnmt1) إلى مواقع الحمض النووي نصفيّة المثيلة. وهنا، أعاد ماكوتو ناكانيشي وزملاؤه إنتاج صيانة مثيلة الحمض النووي في نظام مخبري باستخدام مستخلصات بيض القيطم. وأظهروا أن بروتين Uhrf1 هو إنزيم ليجاز اليوبكويتين E3 للهيستون H3، وأن عملية إضافة اليوبكويتين لهيستون H3 مطلوبة لاستقطاب إنزيم ميثيل ترانسفيراز الحمض النووي إلى مواقع تكرار الحمض النووي.

Uhrf1-dependent H3K23 ubiquitylation couples maintenance DNA methylation and replication

A Nishiyama *et al*

doi:10.1038/nature12488

البيولوجيا الجزيئية

الحمِضَات والمناعة الفطرية

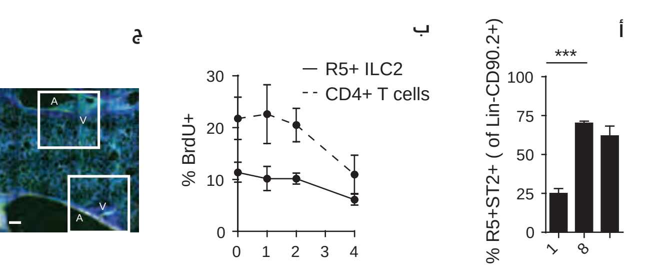
الإنترلوكِن-5 مطلوب لإنتاج حَمِضَة (يُوزِينِيَّة) نخاع العظام، بينما يستحث إنترلوكِن-13 بروتينات الجذب الكيميائي المسماة إيوتاكسينات Eotaxins، التي تستقطب الحَمِضات إلى الأنسجة الملتهبة. وقد استخدم ريتشارد لوكسلي وزملاؤه سلالة فئران، تتيح تعيين نهايتها وحذف الخلايا المنتجة لإنترلوكن-5 لإثبات أن استقطاب الحَمِضات إلى الرئة والأمعاء ينظمه إنترلوكن–5 وإنترلوكن–13 المشتّقان من النوع الثاني للخلايا الليمفاوية الفطرية. ويُستَحث إنترلوكن-5 بالببتيد المعوي النشِط وعائيًّا، المعروف أنه ينسق إفراز البنكرياس مع استرخاء العضلات الملساء، استجابةً للتغذية. وتربط هذه النتائج الحمضات بتذبذبات إيقاعية قاعديّة من خلال تنشيط النوع الثاني من الخلايا الليمفاوية الفطرية المعمرة.

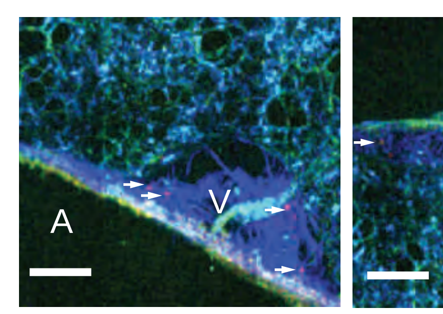
Type 2 innate lymphoid cells control eosinophil homeostasis

J Nussbaum *et al*

doi:10.1038/nature12526

الشكل أسفله | خلايا ILC2 تتمدد بعد الولادة وتستمر في البِنَى الغنية بالكولاجين. أ، النسبة المئوية لخلايا الرئة $R5^{+}T1/ST2^{+}$ من $Lin\text{-}CD90.2^{+}$ في اليوم الأول، واليوم الثامن، أو الأسبوع الثامن. **ب،** نسبة $BrdU^{+}$ المئوية في خلايا R5 ILC2 وإجمالي $CD4^{+}$ في الرئة بعد 4 أسابيع من BrdU. **ج،** صور ممثِّلة متعددة الفوتونات من استشعاع tdTomato (الأحمر) في الفئران اليافعة R5/R5 أكتين-CFP؛CFP والتألق (الاستشعاع) الذاتي بالأزرق والأخضر،على الترتيب. A، مجرى الهواء؛ V، الجملة الوعائية. الكولاجين التوافقي الثاني يظهر أزرق. مقياس البار، 100 مم. تم تجميع البيانات من ثلاث تجارب مستقلة لعدد 5 فئران (اليوم 1)، أو 6 (اليوم 8)، أو 4 (ناضجة) لكل مجموعة (أ)، أو مجموعة من تجربتين مستقلتين لعدد 5 فئران (الأسبوع 0)، أو 6 (الأسبوع 1)، أو 3 (أخرى) بكل مجموعة (ب). ممثلة على نحو المتوسط الحسابي ± الخطأ المعياري للمتوسط. تمثل الصور ثماني مناطق أُخذت من فأرين. Lin، علامات السلالة (B220، CD5، CD11b، CD11c، Ly6G، FceRI، NK1.1)؛ ***P<0.01، بواسطة اختبار-تي t-test للطالب.





التغير المناخي

كوارث التغيُّر المناخي تبدأ بالمَداريّات

أصبحت توقعات الاحتباس الحراري مؤخرًا عنصرًا ثابتًا في بناء وتشغيل نماذج المناخ. ومؤخرًا، استخدم كاميل مورا وزملاؤه طقمًا من عمليات المحاكاة؛ لتقدير متى سيتجاوز الاحتباس الحراري الجاري حدود التقلب المناخي التاريخي. وبناءً على افتراضات بشأن الانبعاث المستقبلي لغازات الاحتباس الحراري، سيحدث ذلك بين منتصف وأواخر القرن الحادي والعشرين. وسوف يقع هذا الانحراف المناخي أولًا بالمناطق المدارية (الاستوائية)، حيث التقلب التاريخي منخفض، والتنوع الحيوي في قمته. ويشير هذا التوقع إلى أن المداريات المعرضة غالبًا للتحديات الاقتصادية ستواجه العبء الأكبر للتكيُّف السريع مع التأثيرات الحيوية لتغير المناخ.

The projected timing of climate departure from recent variability

C Mora *et al*

doi:10.1038/nature12540



غلاف عدد 17 أكتوبر 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 17 أكتوبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الطب الإكلينيكي

معايير استخدام بيانات الـ«أوميّات»

إمكانات التقنيات عالية الإنتاجية المنتهية بلاحقة 'omics' ـ وتعني «أوميات» في الطب الإكلينيكي ـ هائلة. ويقود علم الأورام الطريق لتبنِّي هذه التقنيات. وبالتعاون مع باحثين وأطباء معالجين من مختلف أطياف هذه التخصصات، وضع معهد السرطان الوطني الأمريكي (NCI) قائمة معايير يمكن استخدامها لتحديد استعداد اختبارات مستندة إلى "الأوميّات" لتوجيه رعاية المرضى في التجارب الإكلينيكية. وتركز القائمة على أفضل الممارسات في إعداد العينات، والفحوص، والنماذج الرياضية، وتصميم التجارب الإكلينيكية، والأخلاقيات المهنية، وغيرها. وسيتم استخدامها لتقييم مقترحات تجارب إكلينيكية برعاية معهد السرطان الوطني، تقود فيها اختبارات الـ«أوميّات» العلاج.

Criteria for the use of omics-based predictors in clinical trials

L McShane *et al*

doi:10.1038/nature12564

علوم الأرض

اصطفاف محاور الزبرجد الزيتوني

يُعتبر التوجه البلوري المفضل للزبرجد الزيتوني الناتج أثناء زحف التفكك هو السبب الأول لتباين الخواص المرن بالوشاح الصخري العلوي للأرض، وغالبًا ما يستخدمه علماء الزلازل لتحديد اتجاه تدفق الوشاح الصخري. ومؤخرًا، أظهر تومونوري ميازاكي وزملاؤه أن حبيبات صخر الزبرجد الزيتوني الخالية من الحديد، الموجودة مع الدّيوبسايد diopside أو المصهور، يمكن أن تسبب تطويرًا للتوجه البلوري المُفضَّل للزبرجد الزيتوني أثناء زحف الانتشار. وأظهر الباحثون أن التباين القوي للخواص الشعاعية كان متوقعًا من زحف الانتشار ذاك عند درجات حرارة تقترب من درجة حرارة خط الجمود.

Olivine crystals align during diffusion creep of Earth's upper mantle

T Miyazaki *et al*

doi:10.1038/nature12570

الطب التجدُّدي

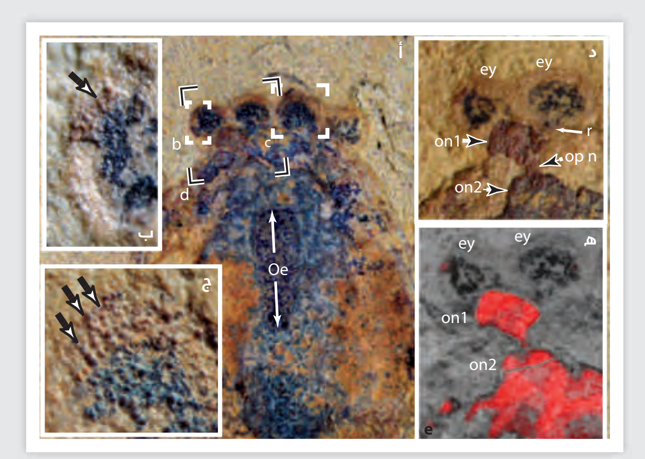
علاج تجدُّدي لمرض التصلب المتعدِّد

أجرى بيتر شولتز وزملاؤه فرزًا عالي الإنتاجية، مستندًا إلى الصور ـ بأسلاف خلايا فئران دبقية قليلة التغصن (OPCs) ـ لجزيئات صغيرة تعزِّز تمايز أسلاف الخلايا الدبقية قليلة التغصن مخبريًّا. وباستخدام هذا النهج، قام الباحثون بتحديد وتوصيف عقار صغير الجزيئات، يستطيع تعزيز إعادة الميالين للخلايا الدبقية قليلة التغصن في اضطرابات عصبية، كالتصلب المتعدِّد. والمركَّب الرئيس الذي تم تحديده هو بنزتروبين Benztropine، وهو دواء (مناهِض للعوامل كولينيَّة التأثير، والهيستامين) مرخَّص لعلاج مرض باركنسون. وأظهر بنزتروبين فعالية في نموذجين بالجسم الحي لاضطرابات نزع الميالين، بدون آثار سلبية ملموسة على جهاز المناعة.

A regenerative approach to the treatment of multiple sclerosis

V Deshmukh *et al*

doi:10.1038/nature12647



التطور

مفصليات الأرجل «عظيمة الزوائد» وُضعت في مكانها

مفصليات الأرجل «عظيمة الزوائد» مخلوقات مفصلية الأرجل منقرضة من العصر الكمبري مجهزة بزوائد كبيرة تشبه المخالب، وبترتيب لا يُرى غالبًا في مفصليات الأرجل الحديثة. كانت علاقاتها التطورية موضوعًا لنقاش محتدم. واستخدم جريجوري إدجكومب وزملاؤه التّصوير المقطعي المجهري المُحوْسَب لإعادة بناء التشريح العصبي لـ«ألالكومينايوس» *Alalcomenaeus*، وهو كائن من مفصليات الأرجل «عظيمة الزوائد»، محفوظ جيدًا من الصين. وتتشارك هذه الحفريات في عدة خصائص للجهاز العصبي بشكل فريد مع الكلابيات ـ العناكب، والعقارب، والعث، وسرطانات حدوة الحصان ـ مما يضع هذه الحفريات على شجرة المفصليات بحزم، ويُظْهِر أن التشريح العصبي للكلابيات قد تطور منذ 520 مليون سنة.

Chelicerate neural ground pattern in a Cambrian great appendage arthropod

G Tanaka *et al*

doi:10.1038/nature12520

الشكل أعلاه | تفاصيل أزواج العين واللِّبْد العصبِي البصري لدى نوع ألالكومنايوس YKLP 11075. أ، المنطقة الرأسية؛ المناطق المحاطة بصناديق تشير إلى لوحات ب-د. ب، القرنية اليسرى من زوج العين اليسرى تظهر العدسات (مشار إليها بالأسهم) تَعلو المنطقة المصبوغة. **ج،** صفوف العدسات (مشار إليها بالأسهم: العين اليسرى من الزوج الأيمن). **د،** تكبير زوج العين اليسرى (ey) يظهر أثرًا لحزمة محور الليفة العصبية للريتينولا (r) وتمتد إلى اللِّبْد العصبي البصري من الدرجة الأولى بلون الصدأ (on1) منفصل من الدماغ، لكن متصل به بعصب بصري (op n) ينتهي في مجال لون مماثل (on2) مندمج بالمخ الأوّلي. **هـ،** تراكب EDXRF الحديد (الأحمر) يظهر صدفة موضوعية من الحديد المكتشف في اللِّبْد العصبي البصري من الدرجة الأولى (on1) ومناطق المخ الأوّلي الكامنة. الخطوط العامة لمناطق on1 وn2 مُتراكِبة. مقياس البار، 2 مم.

جينوميات السرطان

المشهد الجينومي لاثني عشر ورمًا

كجزء من مشروع «أطلس جينوم عموم السرطان»، قدم الباحثون تحليلًا لبيانات طفرات نقطية وتكونات صغيرة تتجاوز ثلاثة آلاف ورم يمثلون 12 نوعًا من الأورام. وبين النتائج 127 جينًا متطفرًا بشكل مؤثر من العمليات الخلوية مع ارتباطات بمرض السرطان راسخة وناشئة. وهناك كذلك إشارة إلى صغر عدد الطفرات المحرِّكة اللازمة لنشوء الورم نسبيًّا. وتحدِّد تحليلات إضافية أيضًا جينات لها تأثير كبير على البقاء والترتيب الزمني المحتمَل لحدوث طفرات خلال نشوء الأورام.

Mutational landscape and significance across 12 major cancer types

C Kandoth *et al*

doi:10.1038/nature12634

الشكل أسفله | تكرارات الطفرات وأطيافها وسياقاتها عبر 12 نوعًا من السرطان. أ، توزيع تكرارات الطفرات عبر 12 نوعًا من السرطان. الخطوط المقطعة رمادية اللون والبيضاء المصمتة تشير إلى المتوسط عبر أنواع السرطان، والوسيط الحسابي لكل نوع، على الترتيب. **ب،** طيف الطفرات لِستٍّ من الفئات الانتقالية (Ti) والتبادلية (Tv) لكل نوع من السرطان. **ج،** سياق الطفرة المتجمع تراتبيًّا (المعرَّف بنسبة نيوكليوتيدات A، T، G، C—الأدنين، الثايمين، الجوانين، والسيتوزين— ضمن ±2 زوج قاعدة نيتروجينية من الموقع المُتغاير) لستة فئات من الطفرات. أنواع السرطان تناظر الألوان في **أ**. اللون يدل على درجة الترابط: الأصفر (r =0.75) والأحمر (r =1).

الخلايا الجذعية

إنتاج خلايا مستحثة متعددة القدرات

أظهر مانويل سِرانو وزملاؤه ـ للمرة الأولى ـ أن إعادة برمجة الخلايا الجسدية إلى خلايا متعددة القدرات بواسطة «عوامل ياماناكا» الكلاسيكية، Oct4، Sox2، Klf4، cMyc يمكن تحقيقها في الجسم الحي. ويُظْهِر تحليل خلايا مستحثة متعددة القدرات (iPS) ـ استحثت بجسم حي من خلايا المعدة والأمعاء والبنكرياس والكلى في الفئران ـ أنها أقرب إلى الخلايا الجذعية الجنينية منها إلى الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، المتولدة مخبريًّا. والخلايا المستحثة متعددة القدرات المُوَلَّدة في الجسم الحي لديها أيضًا إمكان توليد بِنَى شبيهة بالجنين، تعبِّر عن مؤشرات جنينيّة وخارج الجنينيّة، مما يشير أن لديها ميزات خلايا جنينيّة متطورة شامِلة، لا توجد في الخلايا المستحثة متعددة القدرات التقليدية أو الخلايا الجذعية الجنينية.

Reprogramming *in vivo* produces teratomas and iPS cells with totipotency features

M Abad *et al*

doi:10.1038/nature12586

الفيزياء الفلكية

"الماجنيتار" يمدّ بالطاقة نجمين

مشاهدات نجمين مكتشَفين مؤخرًا من النجوم المتجددة المتفجرة فائقة التوهج supernova بطيئة التلاشي ـ هما PTF12dam، و11ap-PS1 ـ كشفت عن أوقات شروق سريعة نسبيًّا، وألوان زرقاء تتعارض مع آلية انعدام الاستقرار الثنائي. ويُعتقد حتى الآن أن ذلك أفضل تفسير لأحداث التوهج الفائق. ويطرح الباحثون نموذجًا تمدّ فيه نجوم النيوترون المغناطيسية (الماجنيتار) بالطاقة حطام هذه النجوم المتجددة النشطة بشكل لافِت.

Slowly fading super-luminous supernovae that are not pair-instability explosions

M Nicholl *et al*

doi:10.1038/nature12569

تطبيقات الليزر

تحليل رامان الطيفي مع مِشطي تردُّد ليزري

كان لتطورات التحليل الطيفي الضوئي والمجهري تأثير عميق في العلوم الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. وكانت للطرق غير المُوسّمة القادرة على سبر غور الأنظمة المركبة بشكل كيميائي حساس غير مدمِّر قيمةٌ خاصة، وبشكل مثالي مع استبانة مكانية وزمانية عالية. ويتوفر ذلك بواسطة تحليل رامان الطيفي المتماسك. وهنا أظهر تاكورو إيدَجوشي وزملاؤه مؤخرًا إمكانية تنفيذ ذلك باستخدام مِشطَي تردد ليزري؛ وبالتالي يُسمح بقياس أطياف تغطي نطاقًا تردديًّا واسعًا باستبانة عالية بواسطة مكشاف منفرد على نطاق المايكروثانية زمنيًّا. ومع تطوير النظام أكثر، يُتوقع أن تتيح الطريقة إمكانات جديدة مثيرة، ليس فقط في التحليل الطيفي، لكن أيضًا في مشاهدات الزمن الحقيقي المجهرية لعمليات حيوية.

Coherent Raman spectro-imaging with laser frequency combs

T Ideguchi *et al*

doi:10.1038/nature12607

الغلاف الجوي

الكيمياء الجوية لأمينات النشاط البشري

يُعتقد أن الأمينات المنبعثة إلى الغلاف الجوي من مصادر بشرية تعزِّز عملية التَّنَوِّي من بقايا أبخرة الغلاف الجوي، وتحفز تكوين الجسيمات، وتؤثر في تطور خواص السحب. كانت الأدلة المباشرة على هذا تحت ظروف جوية معتادة مفتقَدة، لكن هذه الدراسة ـ باستخدام غرفة «كلاود» CLOUD (أشعة كونية تترك قطرات بالأماكن المفتوحة) بمختبر سيرن CERN الأوروبي بسويسرا ـ أظهرت أن الأمينات عند تركيزات ذات دلالة للغلاف الجوي تستطيع زيادة معدلات التَّنَوِّي، بحيث يمكنها تفسير معدلات تكوين الجسيمات المرصودة في بيئة الغلاف الجوي.

Molecular understanding of sulphuric acid–amine particle nucleation in the atmosphere

J Almeida *et al*

doi:10.1038/nature12663

الحوسبة الكمية

نحو تصحيح خطأ الحالة الصلبة

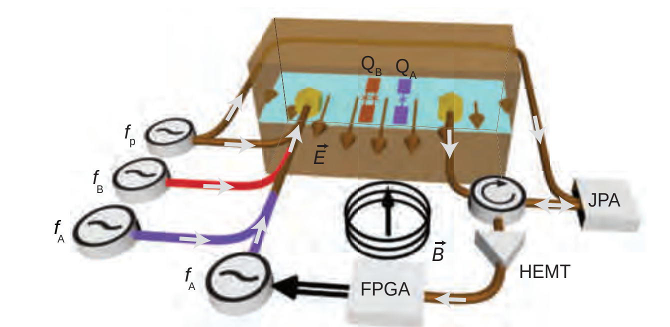
في الحوسبة الكمية، يُبرِز قياس التكافؤ سجل "البِتات" الكَمِّيَّة لحالة ذات عدد استثارات كلي، زوجي أو فردي. ورغم مقترحات عديدة، يظل تحقيق مقياس للتكافؤ ينشئ تشابكًا لنتائج القياسات الزوجية والفردية تحديًا قائمًا. وهنا يُورِد ليوناردو ديكارلو وزملاؤه تحقيقًا لمقياس تكافؤ متصل مُنحلّ زمنيًّا لاثنين من البِتات الكمية فائقة التوصيل بمعمار ديناميكي كهربي كَمِّي ثلاثي الأبعاد. وبمواصلة وضع ردود الأفعال موضع التنفيذ، يمكن إنجاز توليد التشابك متعينًا، أو «عند الطلب». وتوفر النتائج المكونات المفتاحيّة لتصحيح خطأ كَمِّي نشط في الحالة الصلبة.

Deterministic entanglement of superconducting qubits by parity measurement and feedback

D Risté *et al*

doi:10.1038/nature12513

الشكل أسفله | تحقيق القراءة المستخرجة لتكافؤ كيوبتين، أساسهما فجوة بالديناميات الكهربية الكمية للدائرة. **أ**، مخطط مبسط لتحضير تجربة. كيوبتات ترانسمون مفردة وثنائية الوصلة Q_B و Q_A على التوالي) تقترن بشكل متشتت بالمنوال الأساسي E لفجوة نحاس ثلاثية الأبعاد تكتنفهما. تردد انتقال Q_B منضبط بمجال مغناطيسي ساكن B يولده ملف خارجي. يُجرى قياس التكافؤ بالكشف متجانس التقارن لاستجابة فجوة الكيوبت المعتمدة على الطور باستخدام تكبير جوزيفسون البارامتري الحسّاس للطور (JPA). عقب مزيد من التكبير عند 4 درجات كلفن بواسطة مكبر شبه موصل منخفض الضجيج (HEMT) عند درجة حرارة الغرفة، تصبح الإشارة مفكوكة الشفرة ومندمجة. تُغلق وحدة تحكم مصفوفة بوابة المجال القابلة للبرمجة (FPGA) حلقة التغذية الراجعة التي تحقق تشابكًا حتميًّا (متعيَّنًا) بواسطة قياس التكافؤ.



الوراثة

هيليكاز Pif1 يعزز تخْليق حمض نووي

عندما يتم إصلاح الحمض النووي بالتأشب (إعادة الاتحاد) المثلي، ينخرط تخليق الحمض النووي في المراحل الأخيرة. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قد حددتا دورًا لهيليكاز الحمض النووي، Pif1، في هذا التفاعل. وأظهرتا أنه بينما يمكن أن تحدث المراحل الأولية للتضاعف المستحث بالكسر (BIR) طبيعيًّا في غياب Pif1، يكون التخليق من وسيط عُرْوَة–دي (حلقة الإزَاحَة) المهاجر مَنْقوصًا. وتضم آلية التضاعف خلال التضاعف المستحث بالكسر شوكة فريدة تشبه الفقاعة، تؤدي إلى توارث محافِظ للمادة الوراثية الجديدة، على نقيض تضاعف طور التركيب S-phase الذي يكرر الجينوم قبل انقسام الخلية، وهو مولد للطفرات بطبيعته.

Migrating bubble during break-induced replication drives conservative DNA synthesis

N Saini *et al*

doi:10.1038/nature12584

البيولوجيا الجزيئية

ارتباط الجلوكوز بعدم انتظام نبضات القلب

أثناء السَّكْتة القَلبيّة يصبح إنزيم بروتين كيناز II المعتمِد على الكالمودولين ـ برُوتِين الرابِط للكالسيوم ـ (CaMKII) نشطًا بشكل مستقل، مما قد يعطل تَبَوُّب gating قناة الأيون ومعالجة الكالسيوم. وتشير هذه الدراسة إلى أن تنشيط إنزيم بروتين كيناز II المعتمد على الكالمودولين المستحَث بالجلوكوز يمكن أن يسهم في إمراض القلب لدى مرضى السكري. وأظهر الباحثون أن ارتفاع مستوى الجلوكوز يستحث التعديل التساهمي لإنزيم بروتين كيناز II المعتمِد على الكالمودولين بواسطة N–أسيتيلجلوكوزامين المرتبط بـO (O-GlcNAc) في بقايا محددة. وهذا ينشط إنزيم بروتين كيناز II المعتمِد على الكالمودولين المستحَث بالجلوكوز، ويعزز أحداث إطلاق الكالسيوم التلقائية التي يمكن أن تسهم في عدم انتظام القلب. وقد وُجدت مستويات زائدة من O-GlcNAc وإنزيم بروتين كيناز II المعتمِد على الكالْمُودُولين المعدل في قلوب وأدمغة مرضى السكري والفئران. وبالإضافة إلى ذلك.. تم منع علامات عدم انتظام القلب في قلوب الفئران المُرَوَّاة المعزولة بتثبيط إنزيم بروتين كيناز II المعتمِد على الكالمودولين، أو بمنع تعديل O-GlcNAc.

Diabetic hyperglycaemia activates CaMKII and arrhythmias by O-linked glycosylation

J Erickson *et al*

doi:10.1038/nature12537

الوراثة الجزيئية

لماذا يمكن أن يسبب الـ"ستاتين" معاناة؟

توصف الـ"ستاتينات" على نطاق واسع لخفض تركيزات مَصل الدّمِ من البروتين الشحْمِي (الكوليسترول) مُنْخَفِض الكَثافَة (LDL)، لتقليل مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، لكن تختلف الاستجابة للعلاج، وهناك قلق إزاء الآثار الضارة المحتمَلة له. وقد فحصت لارا مانجرَفيتي وزملاؤها آثار التعرض للـ"ستاتين" مخبريًّا على الارتباطات الوراثية بمستويات التعبير الجيني في خطوط الخلايا الأرُوميَّة الليمفاويَّة، المشتقة من مشاركين في تجربة إكلينيكية للعلاج بـ«سيمفاستاتين». وحددوا ستة مواضع لصفات التعبيرات الكمية التي تتفاعل مع التعرض لـ«سيمفاستاتين»، من بينها واحد يؤثر على ترميز جين *GATM* لإنزيم ترانسفيرازأميدين الجلايسين، وهو إنزيم يُقيِّد المعدل في تَخْلِيق الكرياتين. كما قدموا دليلًا يقترح أن جين *GATM* يعمل رابطًا وظيفيًّا بين خفض الكوليسترول بوساطة "ستاتين"، والقابلية للاعتلال العضلي، أحد الآثار الجانبية الشائعة للعلاج بـ"ستاتين".

A statin-dependent QTL for *GATM* expression is associated with statin-induced myopathy

L Mangravite *et al*

doi:10.1038/nature12508

البيولوجيا الجزيئية

أدوار متعددة لهيليكاز HELQ

طَائِفَة (3´-5´) هيليكازHELQ الثانية غير الموصَّفة جيدًا منخرطة في إصلاح روابط crosslinks (سلاسل مختلفة) بين الضفيرتين (ICLs)، وهو نوع من تلف الحمض النووي الذي يتم إصلاحه أساسًا بالبروتينات التي تسبب طفراتها أنيميا فانكوني. وقد أورد سايمون بولتون وزملاؤه توليد فأر مُحوَّر يفتقد HELQ. ووجدوا أن غياب الهيليكاز يقوِّض تطوير الخلية الجرثومية، ويستتبع قابِليّة للورم. وعلى المستوى الجزيئي، يتفاعل إنزيم HELQ مع BCDX2، وهو مركب منخرط في الإصلاح المِثْلِي، وبذلك يسهل التأشب (إعادة الاتحاد) عند شوكات النسخ المتماثل التالفة. وتشير هذه النتائج مجتمعة إلى دور حاسم لإنزيم HELQ في إصلاح الحمض النووي المقترن بالتضاعف (النسخ المتماثل للحمض النووي)، وصيانة الخلية الجرثومية، وتجنب الورم.

HELQ promotes RAD51 paralogue-dependent repair to avert germ cell loss and tumorigenesis

C Adelman *et al*

doi:10.1038/nature12565

سلوك الحيوان

إشارة الفرمون تبيِّن عدم النضج الجنسي

السلوك الاجتماعي في القوارض مدفوع بواسطة الفيرومونات التي تؤشر إلى معلومات عن السن والجنس ووظائف الأعضاء للأفراد الآخرين. وهنا، حدد ستيفن ليبرل وزملاؤه فرمونًا جديدًا (ESP22)، تنتجه الفئران اليافعة قبل البلوغ. يتم إطلاق فرمون ESP22 من خلال الدموع، ويُنَشِّط العصبونات في العُضْو المِيكَعِي الأَنْفِيّ، ويثبط سلوك التزاوج لدى الذكور البالغة نحو أي حيوان يعبِّر عن هذه الإشارة. وهكذا، يبدو أن فرمون ESP22 علامة على عدم النضوج الجنسي في الفئران، مما يساعد على التحكم في السلوك الجنسي للفئران البالغة.

A juvenile mouse pheromone inhibits sexual behaviour through the vomeronasal system

D Ferrero *et al*

doi:10.1038/nature12579

البيولوجيا الجزيئية

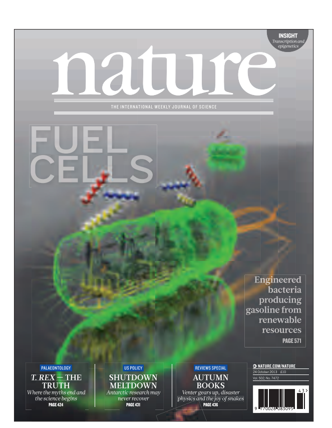
طيف التفاوت بين التحديد وانعدام التحديد

يُنسب تفاعل بروتينات التقييد «المحددة» بالأحماض النووية إلى تفاعل الألفة العالي مع متتابعات أو بِنى مُفضلة. وتُعتبر البروتينات التي تفتقد مواقع متشابهة مقيّدة بشكل «غير محدد». وتقدم هذه الدراسة منظورًا جديدًا غير متوقَّع حول مفهوم عدم التحديد/ التحديد لبروتينات تقييد الحمض النووي. وقد أظهر إيكارد جانكوفسكي وزملاؤه أن بروتين تقييد الحمض النووي الريبي غير المحدد (C5) ـ الذي يُعَدّ وحدة فرعية من RNase P ـ يُبدي تحديدًا كامنًا. وباستخدام نهج حركي جديد عالي الإنتاجية، قاس الباحثون قيم أُلفة بروتين C5 لتتابعات مختلفة تفاوت عبر رتب أحجام عديدة. ومقارنةً بقيم ألفة بروتين تقييد مُحددة، يتقيد بروتين C5 بقيم ألفة أكثر اعتدالًا، مما يشير إلى أن التمييز الوحيد بين بروتينات التقييد المحدَّدة وغير المحدَّدة هو منطقة توزيع الأُلفة المستخدمة.

Hidden specificity in an apparently nonspecific RNA-binding protein

U Guenther *et al*

doi:10.1038/nature12543



غلاف عدد 24 أكتوبر 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 24 أكتوبر من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الحشرات

رؤية جديدة لطاردات الحشرات

تعرقلت عملية البحث عن مواد جديدة طاردة للحشرات، نتيجة افتقاد المعرفة المتسقة لآلية عمل ثنائي إيثيل طولواميد DEET، الذي كان طارد الحشرات الأساسي أكثر من 60 عامًا. ومؤخرًا، حدَّد أنانداسانكَر ريه وزملاؤه المكونات الأساسية التي تتوسط تأثيرات ثنائي إيثيل طولواميد: مستقبِل محفوظ بقوة— بروتين Ir40a— وتجمع عصبونات حسية موجودة ببنية شبيهة بالنقرة بقرن استشعار ذبابة الفاكهة سوداء البطن. مضى الباحثون قُدُمًا لتحديد مركبات أخرى من بين مواد كيميائية، سواء طبيعية أم مصرح باستخدامها بشريًّا تستحث الدائرة العصبية نفسها، وبالتالي تثير نفور الذباب والبعوض. إنّ تلك النتائج سوف تُحدِث تحوُّلات في تصميم بدائل لثنائي إيثيل طولواميد، رخيصة وآمِنة ومؤثِّرة.

Odour receptors and neurons for DEET and new insect repellents

P Kain *et al*

doi:10.1038/nature12594

علم الفلك

تأكيد وجود أبعد مجرة مكوِّنة للنجوم

أظهرت بيانات تليسكوب هابل الفضائي مئات من مجرات الانزياح نحو الأحمر المرشَّحة للتأكيد والمشاهدة بعد أقل من مليار عام من الانفجار العظيم، لكنْ لم تتأكد بعد المسافات سوى لعدد قليل منها. وباستخدام مقياس الطيف "موسفايَر" MOSFIRE المستحدَث مؤخرًا على تليسكوب كيك-I، اكتشف ستيفن فنكلشتاين وزملاؤه مجرّة بخط انبعاث يمكن تأكيده عند خط الانزياح الأحمر 7.51، مما يضعها زمنيًّا عند حقبة 700 مليون سنة بعد الانفجار العظيم، مما يجعلها المجرّة الأبعد التي تَأكَّد رصدها بالتحليل الطيفي. تتسق ألوان المجرّة مع محتوى معدني كبير، ولها معدل تكوين نجمي مرتفع مفاجئ، يصل إلى حوالي 330 كتلة شمسية سنويًّا، وهو ما يفوق بمئة ضعف نظيره بمجرّة درب التبّانة. ويشير الباحثون إلى أنّ هناك مواقع أكثر بكثير للتكوين النجمي الكثيف بالكون السحيق مما كان متوقعًا سابقًا.

Agalaxy rapidly forming stars 700million years after the Big Bang at redshift 7.51

S Finkelstein *et al*

doi:10.1038/nature12657



التطور

الجذور التطوريّة للأسنان

غالبًا ما تحتوي الصخور الرسوبية على عناصر صغيرة شبيهة بالأسنان، تُسمَّى كونودونتات (أسنان مخروطيّة)، تُستخدَم بوفرة عادة لتأريخ الطبقات. والكونودونتات هي عناصر من البلعوم، بمنطقة الحلق لحيوانات رخوة، مثل ثعبان الماء. تشبه أنسجتها بشدة أسنان الفقاريات، مما يطرح نموذجًا تطوريًّا من الداخل إلى الخارج نَشَأَت به الأسنان في الفم. وباستخدام مجهرية التصوير الشعاعي الطبقي بالأشعة السينية للسنكروترون لفحص حفريات الكونودونتات، أثارت دراسة جديدة شكوكًا حول هذا التفسير. فالبيانات تشير إلى أن السلف المشترك الأخير بين الكونودونتات والفقريات الفكية ربما افتقد إلى أنسجة هيكليّة ممعدنة. ويبدو أن الأسنان تطورت من خلال تمديد اختصاص نشوء الأسنان من الأدمة الخارجية إلى الظهارة الداخلية بعد نشوء أصل الفكّين مباشرة. وأوجه التماثل بين الكونودونتات والأسنان مثال ملحوظ للتوازي في التطور.

The origin of conodonts and of vertebrate mineralized skeletons

D Murdock *et al*

doi:10.1038/nature12645

الشكل أعلاه | نمو عنصر من عناصر كونودونت (مخروطيات الأسنان الحَقيقيَّة (بروكونودونتوس بوستيروكوستاتوس)، تشكل جروس فنتر، العصر الكمبري المتأخر، جبال بيجهورن، وَيومنج، الولايات المتحدة. أ، يظهر المقطع الطولي تحديد عنصر إلى تاج وجسم قاعدي. **ب-و**، استخلاص SRXTM من طبقتي النمو الأولين للجسم القاعدي، والعلاقة بين التاج (أحمر) والجسم القاعدي (أزرق)، أرجواني، أخضر). يستمر نمو الجسم القاعدي كما هو الحال في عناصر باراكونودونت فورنيشيا، لكن مع إضافة أنسجة التاج. مقياس البار، 50 مايكرومترًا.

فيزياء المُوَصِّلات

سَدّ ثغرات الموصِّلات الفائقة

رغم سنوات من الدراسة، لا تزال جوانب أساسية عديدة للموصلية الفائقة في بُعدَين غير مفهومة جيدًا. ولملء بعض تلك الفجوات، حوَّل كريستوف ريختر وزملاؤه انتباههم نحو السطح الحَدِّي (البَيْنِي) فائق التوصيل ثنائي الأبعاد الذي يمكن أن يتكون في بِنَى أكسيديّة متغايرة (وهي منظومة تتميز بإمكانية ضبط كثافة حاملات الشحنة فائقة التوصيل مع المجال الكهربي). في هذه المنظومة، لاحظ الباحثون فجوة في الكثافة الإلكترونية للأطوار، يتَّبِع اعتمادها على درجة الحرارة وكثافة حاملات الشحنة نمطًا مشابهًا بشكل لافت للسلوك الملغِز للفجوة الزائفة الخاصة بأكسيد النحاس فائق التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة، مما يطرح كونها سمةً عامّة للتوصيل الفائق ثنائي الأبعاد.

Interface superconductor with gap behaviour like a high-temperature superconductor

C Richter *et al*

doi:10.1038/nature12494

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء

اكتشاف بُقع ساخنة بين الغاز والمادة الصلبة

يُعَدّ التحفيز غير المتجانس عند الأسطح الحدية (البينيّة) بين الغاز والمادة الصلبة عملية صناعية واسعة الانتشار، حيث تستثمر الصناعة الكيميائية جهودًا كبيرة للوصول إلى التصميم الأمثل للمفاعل الحفّاز. يشمل ذلك عادةً بناء نماذج بمساعدة عملية معايرة تقريبات النموذج مقابل البيانات التجريبية. وخرائط درجات الحرارة ـ على وجه الخصوص ـ مفيدة في ذلك الصدد، لكن التحدي يكمن في الحصول عليها. وأظهرت نانيت جارين وتّانانون وزملاؤها أن طريقةً أساسها الرنين المغناطيسي النووي واستغلال التوسيط الحركي في تدرُّج مجال مغناطيسي ضعيف يمكنها رسم خريطة درجات حرارة الغاز بطريقة غير انتهاكية أثناء تفاعل الهدرجة بمفاعل نموذجي، بأخطاء قياس تقل عن 4% من درجة الحرارة المطلقة. وهذا يرشّح تلك التقنية كأداة واعدة لتوصيف مفاعلات ذات أهمية صناعيًّا، وكذلك لتحديد بقع ساخنة وباردة غير انتهاكية، يمكنها السيطرة على أداء المفاعل.

Thermal maps of gases in heterogeneous reactions

N Jarenwattananon *et al*

doi:10.1038/nature12568

الشكل أسفله | منظومة المفاعل الكيميائي. شرائح متعامدة من المنظومة، يحددها تصوير مقطعي مُحَوْسب بالغ الدقة. يتكون المفاعل المبين هنا من أنبوبة رنين مغناطيسي نووي من البيريكس ذات قطر 10 مم، أنبوبة إدخال الغاز ومُحفِّز غير متجانس على صوف زجاجي. للتحقق من صحة طريقة الرنين المغناطيسي النووي، تم أخذ قياسات درجة حرارة مستقلة باستخدام مجسات ألياف بصرية موضوعة عند ثلاثة مواضع مختلفة (الأسهم) داخل مجال منظور الرنين المغناطيسي النووي (FOV). يشار إلى الموضع التقريبي لمجال منظور الرنين المغناطيسي النووي (FOV) بواسطة مربع مقطع الخطوط.

حساسات درجة الحرارة
ص – ع (سهمي)
س – ع (محوري)
س – ص (محوري)
مجال الرؤية

البيولوجيا الجزيئية

مُستقبِل مقترِن ببروتين "جي" جديد

في النباتات، يتم الحفاظ على الخلايا الجذعية للنسيج الإنشائي القمي (SAM)، المسؤولة عن نمو الساق، عبر دائرة التغذية السلبية الراجعة بين مسار إشارات كلافاتا CLAVATA، وجين الصندوق المِثْلِي وُوشيل WUSCHEL. في هذه الدراسة، أثبت ديفيد جاكسون وزملاؤه أن في نبات الذُّرَة، يرمِّز جين *COMPACT PLANT2* (*CT2*) لوحيدة Gα من بروتين مقيد لثلاثي فُوسفات الجوانُوزين المغاير غير المتجانس. يرسل CT2/Gα إشارة تقييديّة للخلايا الجذعية من بروتين شبيه بمستقبل تكرار كلافاتا الغني بالليوسين من نبات الذُّرَة، هو FEA2، مما يقترح وظيفة غير معروفة سابقًا لإشارات Gα في النباتات. تعمل مستقبِلات التمرير المفرد عبر الغشاء بمثابة مستقبِلات مقترِنة ببروتين–G (GPCRs) في النباتات، متحدية اقتناعًا راسخًا بأنّ المستقبِلات المقترنة ببروتين–G هي حصريًا سبعة بروتينات نطاق مستقبِلة عبر غشائية.

The maize Ga gene COMPACT PLANT2 functions in CLAVATA signalling to control shoot meristem size

P Bommert *et al*

doi:10.1038/nature12583

بروتين MX2 البشري عامل مقاومة لـHIV-1

نشر فريقان بحثيّان مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» أن البروتين المقيد لثلاثي فوسفات الجوانُوزين المستحَثّ بالإنترفيرون البشري MX2 المضاد للفيروسات هو مثبط قوي لفيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة-1 (HIV-1)، وعدد من الفيروسات البطيئة الأخرى. كان معلومًا منذ سنوات أن بروتينًا متصلا (هو MX1) يمكن أن يثبط تضاعف فيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة-1 في البشر، لكن كان يُعتقد أن بروتين MX2 يفتقد النشاط المضاد للفيروسات. والتَّأثير المضاد لفيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة-1 لدى بروتين MX2 أقل اعتمادًا بكثير على نشاط إنزيم ثلاثي فوسفات الجوانُوزين GTPase، مقارنةً بنشاط بروتين MX1 المضاد الفيروسي الأوسع نطاقًا، مما يشير إلى اختلافات محتملة بينهما في الآليّات.

Human MX2 is an interferon-induced post-entry inhibitor of HIV-1 infection

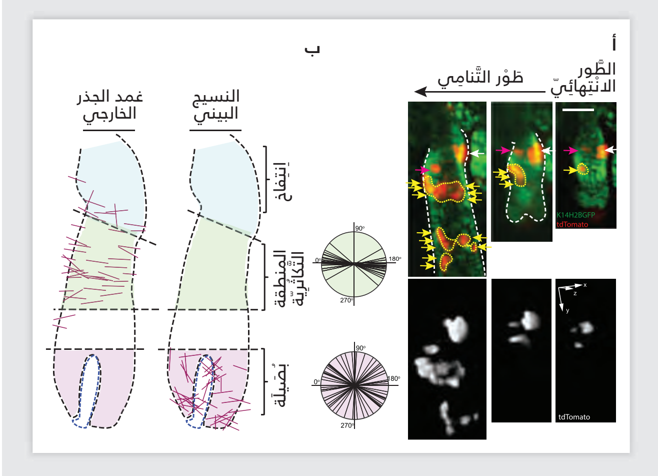
C Goujon *et al*

doi:10.1038/nature12542

MX2 is an interferon-induced inhibitor of HIV-1 infection

M Kane *et al*

doi:10.1038/nature12653



الخلايا الجذعية

مكانة موضع الخلية الجذعية تحسم مصيرها

من خلال الجمع بين التصوير الحي وتَوْسِيم الخلية الجذعية المفردة في الفئران الحية، أظهرت فالنتينا جريكو وزملاؤها أن الخلايا الموجودة بحجرات مختلفة من موقع خلية بصيلة الشعر الجذعية لها مصائر خلوية مختلفة. يُظهِر الاستئصال بالليزر أن خلايا النتوء الجذعية متعددة القدرات ـ المحوريّة لتطور ونمو بصيلات الشعر ـ ليست أساسية لتجدُّد الشعر، لأن الخلايا الظهارية يمكنها إشغال حجرة الخلايا الجذعية المفقودة. وتُظهِر هذه النتائج أن موضع الخلية الجذعية داخل مكانها الأوسع يحكم مصيرها وسلوكها طويل الأمد. وقد تكون هذه آليّةً عامة لتنظيم الخلايا الجذعية الناضجة الأخرى.

Spatial organization within a niche as a determinant of stem-cell fate

P Rompolas *et al*

doi:10.1038/nature12602

الشكل أعلاه | كيفية نمو غمد الجذر الخارجي (ORS). أ، تتابعات اقتفاء أثر السلالة في الجسم الحي (أعلى) وما يقابلها من أداء ثلاثي الأبعاد للمراسل Cre (أسفل) تظهر تمدد غمد الجذر الخارجي خلال نمو الشعرة. الأسهم تدل على سلالات الخلايا بألوان مختلفة. ب، التمثيل البياني لموضع ومحور الانقسامات الخلوية في غمد الجذر الخارجي والنسيج البيني في النمو المتقدم لبصيلة الشعر (طَوْر التَّنامِي III-IV).

الوراثة الجزيئية

مثيلة تسلسليّة لإنزيم صندوق C/D

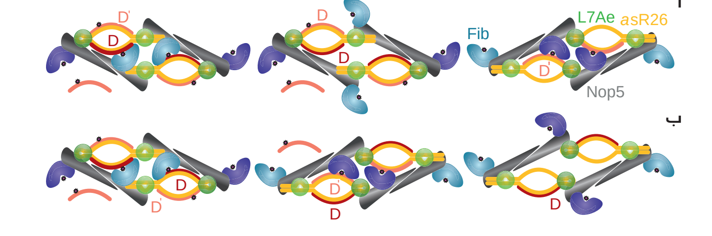
تخضع الأحماض النووية الريبية لأنواع عديدة من تعديلات ما بعد النسخ. إحداها مثيلة 2'–O–ريبوز من الحمض النووي الريبي الريبوزومي. يحدِّد الإنزيم المعدِّل ـ مركب صُنْدوق C/D البروتيني النووي الريبوزي ـ أهدافه باستخدام أحماض نووية ريبية موجِّهة، تميِّز موقعين للمثيلة. وقد حلّت تيريزا كارلومَجنو وزملاؤها بنية مركب أركي (من العَتائق) بكتلة ذرية 390 كيلو دالتون مقيدة إلى ركيزة الحمض النووي الريبي. يُظْهِر هذا العمل أن اثنين من تابعات توجيه المثيلة موجودان في سياقات مختلفة، وهو وضع ييسر المثيلة التسلسلية في الموقعين. ويرجح الباحثون أن هذه العملية المنظِمة قد تؤثر في طي الحمض النووي الريبي أيضًا.

The structure of the box C/D enzyme reveals regulation of RNA methylation

A Lapinaite *et al*

doi:10.1038/nature12581

الشكل أسفله | آلية تنظيمية للمثيلة التسلسلية. تخطيطيًّا، تابعات الركيزة المبينة في داخل المركب توصل إليها إنزيم ترانسفيراز (ناقلة) الميثيل لمثيلتها، في حين أن التابعات الخارجية أبعد ما تكون عن كافة نسخ فايبريلين fibrillarin. في سلف المركب، تابعات الدَليل D´ قريبة من (بعيدة عن) فايبريلين. **أ**، يسارًا، الركيزة D´ تقيد أولًا إلى المستوى نفسه كنسختين من فايبريلين ويتم مثيلتها؛ تسبب الإضافة اللاحقة للركيزة D تحولًا تشكُّليًّا (متعلق بتكوين جزئي) تجلب (مزدَوجات) ركيزة الدَليل D ونسختين من فايبريلين على مستوى واحد (المركز). لليمين، الركيزة D ممثلة. **ب**، يسار، الركيزة D، مضافة أولاً، تقيد إلى تابعات الدليل D بعيدًا عن فايبريلين، حيث لا يمكن مثيلتها؛ الركيزة D´، أضيفت تاليًا، تقيد بتابعات دليل D´ بجانب نسختين من فايبريلين وهي ممثلة. لليمين، التحول التشكلي يحدث والركيزة D ممثلة كذلك.



علوم المناخ

صورة أوضح لظاهرة إلْنينُو

ظلت توقعات المستقبل وتقلب التذبذب الجنوبي لظاهرة إلنينو (ENSO) غير متسقة بمعظم نماذج المناخ، مما يجعل ظروفًا كثيرة محلية وبعيدة ـ تصاحب هذا المحرك الرئيس للنظام المناخي ـ غير يقينيّة. ومؤخرًا، قيَّم سكوت باور وزملاؤه مجموعات من النماذج المناخية؛ ووجدوا أنه بينما هناك شكوك كبيرة حول نطاق التغيرات المستقبلية المتعلقة بالتذبذب الجنوبي لظاهرة إلنينو في درجة حرارة سطح المحيط، فإن هذا ليس المنظر الرئيس لتأثير التذبذب الجنوبي لظاهرة إلنينو على النظام المناخي. وعوضًا عن ذلك.. فإن استجابات تذبذب إلنينو الجنوبي غير الخطِّيَّة لمتوسط الاحترار العالمي السطحي هي العامل الرئيس. وهذه الاستجابة أكثر اتساقًا بين معظم النماذج المناخية، مما يطرح أن عناصر مستقبل سلوك التذبذب الجنوبي لظاهرة إلنينو ـ مثل استجابات الهَطْل ـ قد تكون أوضح من المتوقع.

Robust twenty-first-century projections of El Niño and related precipitation variability

S Power *et al*

doi:10.1038/nature12580

البيولوجيا الجزيئية

دور حركة الخلية في الأنابيب المستقرة

يتحقق استقرار مجموعة جزئية من الأنيبيبات الدقيقة في الخلية حقيقية النواة بالأستلة (إضافة مجموعة الأسيتيل)، لكن السؤال عن كيفية اقتصار الأستلة على المجموعة الجزئية من الأنيبيبات الدقيقة ظل دون إجابة. وهنا، أثبت جيوم مونتنياك وزملاؤه أن أستلة الأنابيب الدقيقة تحكمها حُفَر مغلفة بالكلاثرين (CCPs) من خلال تفاعل مباشر بين إنزيم ترانسفيراز أسيتيل α-تيوبولين (αTAT1)، ومحول الكلاثرين (AP-2). هذا التفاعل ضروري لهجرة الخلية الاتجاهية. ويطرح هذا العمل دورًا للأنيبيب المُأستل (بإدخال جزيء أسيتيل في الأنيبيب) ـ ودورًا غير متوقع للحُفَر المغلفة بالكلاثرين ـ في حركة الخلية.

αTAT1 catalyses microtubule acetylation at clathrin-coated pits

G Montagnac *et al*

doi:10.1038/nature12571

وظائف الأعضاء

تنظيم أيض الطاقة في الكبد

تقترح الأدلة الحديثة أن التنظيم اليومي و/أو الساعة البيولوجية لجينات الأيض الكبدية يلعبان دورًا أساسيًّا في حفظ توازن الأيض، لكن الأساس الجزيئي لتنظيم الكبد لتوازن ركائز الطاقة جهازيًّا غير واضح، خاصة، السؤال عن كيفية تنسيق تكون الدهون في الكبد مع متطلبات الطاقة في الأنسجة الطرفية. وتبيِّن هذه الدراسة أن مستقبل الهرمون النووي PPARδ ينظم تكوُّن الدهون في الكبد مُجددًا، وينسق استخدام العضلات للدهون، بواسطة الدهون الدائرة. وتحدّ التغذية عالية الدهون من الإنتاج الإيقاعي لهذه الدهون في الدم، في حين أن إعطاء العلاج للفئران المصابة بمرض السكري *db/db* يحسن توازن الأيض.

A diurnal serum lipid integrates hepatic lipogenesis and peripheral fatty acid use

S Liu *et al*

doi:10.1038/nature12710

علوم المواد

عوازل محصّنة ضد موجات المايكروويف

تُعَدّ المواد الانضباطية العازلة كهربيًّا مكونات قيمة لدوائر موجات المايكروويف المعقدة، لكن تلك المواد تعاني فقدًا لدى تشغيلها عند ترددات موجات المايكروويف، نتيجة عيوب جوهرية في تركيباتها. انتقى تشيه–هوي لي وزملاؤه عائلة من المواد العازلة كهربيًّا، معروفة بانخفاض استثنائي للفقد، وأظهروا مؤخرًا كيف يمكن هندسة تلك المواد لتعزيز انضباطها، واكتسابها مستويات من الكفاءة تنافِس كل عوازل المايكروويف الانضباطية المعروفة.

Exploiting dimensionality and defect mitigation to create tunable microwave dielectrics

C Lee *et al*

doi:10.1038/nature12582

الكيمياء العضوية

هندسة البكتيريا وراثيًّا؛ لتضخّ البنزين

أطلقَ ارتفاع أسعار النفط ونضوب الموارد الأحفورية أبحاثًا واسعة النطاق حول إنتاج الوقود الحيوي المُستدام من موارد متجددة. ومن الخيارات المتاحة: الميكروبات المُحوَّرة وراثيًّا، لكن تلك الميكروبات لم تنتج بعد بنزينًا (خليط من الهيدروكربونات السائلة الأخف في النطاق من C4 حتى C12). ويعود ذلك جزئيًّا إلى أن الأيض الخلوي يفضل أن ينتج أساسًا أحماضًا دهنية طويلة السلسلة ومشتقاتها. وهنا، يصف يونج جُن تشوي، وسانج يوب لي سلالات بكتيريا الإشريكية القولونية المُحوَّرة لإنتاج ألكانات قصيرة السلسلة، وأحماضًا دهنية حرة، وإسترات دهنية، وكحولات دهنية. أنتجت السلالة المهندَسَة النهائية 580.8 مليجرام لكل لتر من ألكانات قصيرة السلسلة، وبصفة أساسية من النونان nonane، والديكان decane. وينبغي لاستراتيجيات هندسة الأيض الموصوفة هنا أن تفيد في تصميم الكائنات الحية المجهرية؛ لإنتاج أحماض دهنية قصيرة السلسلة ومشتقاتها، وكذلك أنواع عديدة مفيدة من الوقود الصناعي والمواد الكيميائية.

Microbial production of short-chain alkanes

Y Choi *et al*

doi:10.1038/nature12536

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة المستقبِل الأدريني-β2 المنشِّط

تُورِد هذه الدراسة ثلاث بِنًى للمستقبِل الأدريني-β2 (β2AR) كامل النشاط في مركب مع ناهضات متنوعة: BI167107، وأيزوبروتيرينول هيدروكسيبنزيل، والنّاهِض داخلي المنشأ إيبنفرين (الأدرينالين). والمستقبِل الأدريني-β2 هو مستقبِل مقترن ببروتين–G (GPCR)، وهي بروتينات غشائية واسعة الانتشار، تستهدفها عدة عقاقير مستخدَمة إكلينيكيًّا. والعمليات الجزيئية التي تقيد هذه البروتينات إلى ناهضاتها داخلية

المنشأ، وتنشّط البروتينات المستجيبة، لا تزال غير مفهومة جيدًا. ورغم التنوع الكيميائي للنّاهضات الثلاثة التي تم فحصها، إلا أنها ثبّتت حالات نشطة مماثلة للغاية في المستقبِل. وتوفر الاختلافات البنيوية الرقيقة تبصرًا بكيفية تنشيط مستقبِل واحد مقترن ببروتين-G بواسطة ناهضات متعددة، وهي ظاهرة ذات أهمية كبيرة للغاية في تطوير الأدوية.

Adrenaline-activated structure of β2-adrenoceptor stabilized by an engineered nanobody

A Ring *et al*

doi:10.1038/nature12572



غلاف عدد 31 أكتوبر 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 31 أكتوبر من دوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

فيزياء الكم

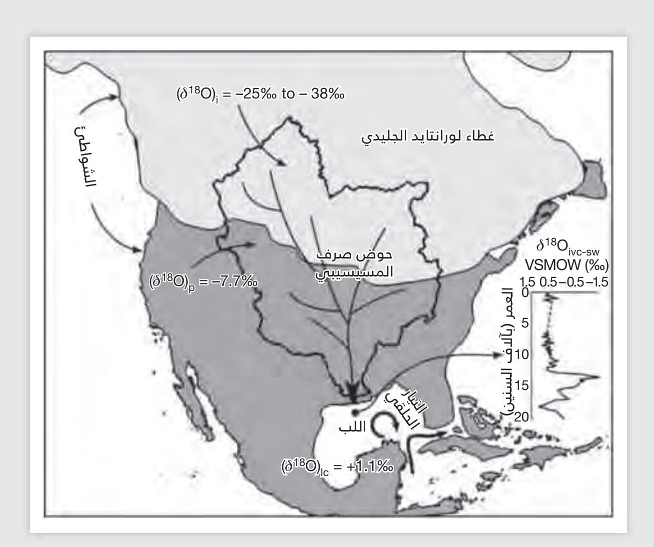
إنتاج لفيتونات حسب الطلب

يُعتبر توليد الاستثارات الكمية النقية بالطلب (المهمة لتشغيل الأنظمة الكمية) أمرًا عسيرًا بالنسبة إلى الفيرميونات، وذلك بسبب أن الاضطرابات تميل إلى أن تسبِّب تراكبًا معقدًا لاستثارات الجسيمات والفجوات. ورغم ذلك.. تنبأ ليفيتوف منذ حوالي عشرين عامًا بإمكان توليد استثارة دنيا، وهي تشبيه جسيم بجسيم واحد فقط، وبلا فجوات. ويورد الباحثون توليدًا بالطلب لمثل أشباه الجسيمات تلك، التي أطلقوا عليها «لفيتونات»، في نظام إلكتروني. ويتصور الباحثون أن تلك اللفيتونات ستجد تطبيقات في المعلومات الكمية والدراسات الأساسية.

Minimal-excitation states for electron quantum optics using levitons

J Dubois *et al*

doi:10.1038/nature12713



علوم المياه

فيزياء الغطاء الجليدي مفتاح نماذج المياه المنصهرة

ظل إسهام غطاء لورنتايد الجليدي (LIS) في تغيُّرات مستوى سطح البحر ـ منذ آخر أقصى مَدّ جليدي قبل حوالي 21 ألف سنة ـ غير واضح، خاصةً دوره المحتمل كمصدر المياه المذابة لخفقات المياه الذائبة 1A (MWP 1A)، وهو ارتفاع حاد بمستوى مياه سطح البحر، حدث منذ حوالي 14500 سنة، ونُوقش كثيرًا من قبل. ومؤخرًا، استخدم أندرو ويكرت وزملاؤه سجلات نظير الأكسجين من خليج المكسيك؛ لتقويم أربعة نماذج بديلة لتاريخ الغطاء الجليد.، حيث وجدوا أن غطاء لورنتايد الجليدي الجنوبي قد أسهم بحوالي 5.4 م في الارتفاع العالمي لمستوى سطح البحر، وأسهم فقط بحوالي 66 سنتيمترًا لخفقات المياه الذائبة 1A، وهو أقل من معظم التقديرات السابقة. وتتسق إعادة بناء غطاء جليدي واحد فقط ـ وهو نموذج يدمج فيزياء الغطاء الجليدي الحقيقة ـ مع سجلات الأكسجين.

Gradual demise of a thin southern Laurentide ice sheet recorded by Mississippi drainage

A Wickert *et al*

doi:10.1038/nature12609

الشكل أعلاه | بناء سجل نظائر الأكسجين. مياه خليج المكسيك هي خليط من المدخلات النهرية – الهطول الموسمي ($\delta^{18}O_p$=-%7.7) وذوبان الغطاء الجليدي ($\delta^{18}O_i$=-%25) إلى 38%-، ومن المياه الزاحفة أفقيًّا إلى الخليج بواسطة الدوامات المسكوبة بواسطة التيار الحلقي ($\delta^{18}O_{lc}$=%1.1). امتداد الغطاء الجليدي والشواطئ أساسه ICE-5G/VM2 في الفترة قبل 14.5 ألف سنة. تبين الصورة الملصقة المتوسط المتحرك 7-11 $\delta^{18}O_{ivc\text{-}SW}$.

البيولوجيا البنيوّية

تحديد بنية إنزيم بوليمراز الـ(Pol I)

يستنسخ إنزيم بوليميراز الحمض النووي الريبي (Pol I) الحمض النووي الريبي الريبوسومي، وهو مطلوب بشكل حاسم لتجميع الريبوسوم، وبالتالي فالإنزيم هو محدِّد رئيس للتخليق الحيوي للبروتين ونمو الخلايا. وقد ارتبط سوء تنظيم هذا الإنزيم بعدة أنواع من السرطان، وأصبح الإنزيم هدفًا مستجدًّا لمضادات السرطان. ومؤخرًا، حددت مجموعتان ـ تعملان بشكل مستقل ـ البنية البلورية بالأشعة السينية للوحدات الفرعية الـ14 الكاملة من خميرة عند دقة استبانة 3.0 و2.8 أنجستروم (Å). والهيئة الأساسية للإنزيم Pol I مشابهة لهيئة إنزيمي Pol II وPol III، لكن شِقّها المقيد للحمض النووي يعتمد تشكلًا أوسع يُرى من خلال إنزيمات بوليمراز الحمض النووي الريبي الأخرى، وله سمات فريدة أخرى تقدِّم تبصرًا بالأدوار الوظيفية لمكوناته.

Crystal structure of the 14-subunit RNA polymerase I

C Fernández-Tornero *et al*

doi:10.1038/nature12636

RNA polymerase I structure and transcription regulation

C Engel *et al*

doi:10.1038/nature12712

الفيزياء الفلكية

الظهور المبكر للمعادن بين المَجَرّية

توجد معظم المعادن (عناصر أثقل من الهليوم) في تجمعات المَجَرّات بالغازات الساخنة الباعثة للأشعة السينية بين المجرات. وإذا كانت المعادن موزَّعة بانتظام، يُرجّح أنها قد وُضعت بموضعها في فترة مبكرة من تاريخ تجمُّع المجرات. والبديل، حيث تظهر المعادن بعد تكوُّن المجرات، يتوقع أن يدخل اختلافًا مكانيًّا مهمًّا للتمعدن. ولاختبار نموذج التخصيب (المعدني) المبكر بإزاحة تأثيرات عدم التجانس المحتمل، من الضروري قياس الوفرة إلى أنصاف الأقطار الكبيرة بامتداد اتجاهات متعددة في التجمعات. وقد فعل نوربرت فيرنر وزملاؤه ذلك بالضبط على مجموعة بيانات من 86 من القياسات بتجمع كوكبة الجبار Perseus. ووجد الباحثون وفرة من حديد Z_{Fe} = 0.306 منتظمة بطريقة لافتة، كدالّة في نصف القطر، وزاوية السمت على اليمين إلى حافة التجمع. ويتطلب ذلك التوزيع أنْ يحدث معظم التخصيب المعدني للوسط بين المَجَرّي أثناء فترة أقصى تكوين للنجوم ونشاط الثقوب السوداء، منذ أكثر من 10 مليارات سنة.

A uniform metal distribution in the intergalactic medium of the Perseus cluster of galaxies

N Werner *et al*

doi:10.1038/nature12646

الأحياء البحرية

تخليق DMSP في حيوانات المرجان

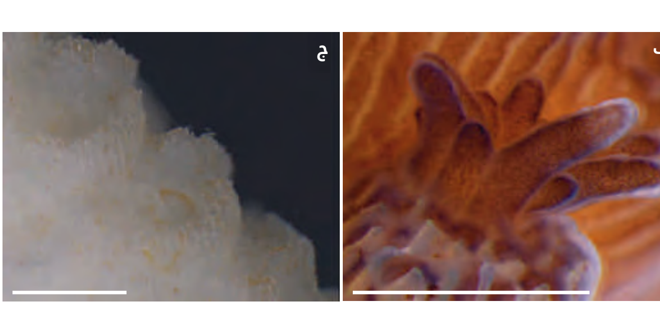
ثُنائيُّ ميثيل سلفونيوبروبيونات (DMSP) هو ناتج أيضي موزَّع بشكل واسع، يتم تحويله بواسطة البكتيريا البحرية إلى غاز كبريتيد ثنائي الميثيل (DMS) متطاير، وهو مساهم رئيس في الغلاف الجوي بالكبريت الذي يسهم في تكوين السحب، وبالتالي يؤثر في المناخ. وهنا، يورد جان-باتيست رينا وزملاؤه تشكُّل ثنائي ميثيل سلفونيوبروبيونات بواسطة نوعين من الأنواع المرجانية البانِيَة للشعاب المرجانية: أكروبورا ميلبورا *Acropora millepora*، وأكروبورا تينيوَس *A. tenuis*. ويأتي هذا كمفاجأة.. فقد كان يُعتقَد سابقًا أن ثنائي ميثيل سلفونيوبروبيونات يُنتَج فقط عن طريق الطحالب (بما فيها الأنواع التكافليّة بالشعاب المرجانية) وبعض النباتات. وقد يساعد التخليق الحيوي لثنائي ميثيل سلفونيوبروبيونات الحيوانات المرجانية على البقاء، رغم ظروف الإجهاد الحراري. وقد تكون لهذه الحصيلة نتائج تخص كيفية استجابة إنتاج ثنائي ميثيل سلفونيوبروبيونات لآثار التغير المناخي العالمي على الشعاب المرجانية ومتكافلاتها.

DMSP biosynthesis by an animal and its role in coral thermal stress response

J Raina *et al*

doi:10.1038/nature12677

الشكل أسفله | آثار الإجهاد الحراري على مستعمرات مرجان أكروبورا ميلبورا الناضجة. رُفعت درجة الحرارة تدريجيًّا على مدى 7 أيام إلى 32 درجة مئوية، في محاكاة لسيناريو واقعي للإجهاد الحراري. ولذلك.. بدأ الإجهاد الحراري من أول يوم. كان إجمالي مدة التجربة 17 يومًا. **أ،** صورة مجهرية من قطع صغيرة ممثلة للشعب المرجانية تظهر اختلافات بصرية في كثافة الخلايا التكافليّة (من مجموعة Symbiodinium) الموجودة في أنسجة أكروبورا ميلبورا المحفوظة تحت السيطرة (27 درجة مئوية، لون بني، يمين) أو تحت ظروف الإجهاد الحراري (32 درجة مئوية، لون أبيض، يسار) 10 أيام. **ب، ج،** تكبير أعلى لصور مجهرية لسَلائِل المرجان تظهر اختلافات بصرية في لون الأنسجة بسبب تراجع كثافات الخلايا التكافلية بين الخلوية، بين 27 درجة مئوية (ب) و32 درجة مئوية (ج) (قياس البار، 1 مم).



فيزياء الكمّ

اقتران إلكترون مفرد بغاز كَمّي

اقتران الإلكترونات بالمواد يشكل أساس خواص مهمة للمواد، كالتوصيل الكهربي، والتوصيل الفائق. وقد ابتدع جوناثان بالوسكي وزملاؤه منظومة تجريبية جديدة، تسمح بدراسة هذا الاقتران في شكله النقي للغاية: إلكترون مفرد متموضع، يتفاعل مع مكثَّف بوز-أينشتاين، وهو غاز كَمِّي فائق البرودة. ويتم توفير الإلكترون من إحدى ذرات الروبيديوم بالمُكَثَّف، واستُثير إلى مستوى طاقة مرتفع للغاية، لكنه ما زال متقيدًا بالنواة المشحونة. وفي «طور رايدبرج»، يمتد مدار الإلكترون إلى حوالي ثمانية ميكرومترات، وهذا يوازي أبعاد المُكثَّف، مما يتيح للإلكترون التفاعل مع عشرات آلاف الذرات. ويتوقع الباحثون تجارب مستقبلية على تصوير الإلكترون مداريًّا، واستكشاف اقتران (يتوسطه الفونون) لإلكترونات مفردة وتطبيقات في البصريات الكمية.

Coupling a single electron to a Bose–Einstein condensate

J Balewski *et al*

doi:10.1038/nature12592

علوم البيئة

القحْط يهدِّد توازن المغذِّيات

يُعتقد أنه من المرجح أن تغيُّر المناخ ـ كزيادة القحط المتوقع لأراضٍ جافة كثيرة ـ يمكنه تعطيل الدورات البيولوجية الجيولوجية الكيميائية للكربون والنيتروجين والفوسفور خلال هذا القرن. وهذه العناصر مغذيات أساسية لإنتاج الكتلة الحيوية في النظم الإيكولوجية الأرضية. ووجدت هذه الدراسة أن للجفاف تأثيرًا سلبيًّا على تركيز الكربون العضوي والنيتروجين بتربة الأراضي الجافة عالميًّا، لكنّ للجفاف تأثيرًا إيجابيًّا على تركيز الفوسفور غير العضوي. وهذا يطرح فصل دورات المغذيات، استجابة لزيادة القحط الذي يمكن أن يكون له تأثير سلبي على التفاعلات البيولوجية الجيولوجية الكيميائية التي تحكم وظائف النظام الإيكولوجي الرئيسة، كالإنتاجية الأوليّة.

Decoupling of soil nutrient cycles as a function of aridity in global drylands

M Delgado-Baquerizo *et al*

doi:10.1038/nature12670

البيولوجيا البنيوية

بنية بروتين الماجنيتوسوم MamP

تستخدم البكتيريا مغناطيسية التوجه Magnetotactic إما عُضَيّة متخصصة تسمى الماجنيتوسوم (المغناطوسوم)، أو بلورة معدنة حيويًّا من ماجنيتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي)، أو جريجايت (كَبْرِيتِيد الحديد)، لاستشعار المجال المغناطيسي للأرض؛ والاصطفاف بمحاذاة خطوطه. وتعرض هذه الدراسة بِنْية بلورية بالأشعة السينية لبروتين MamP المرتبط بالماجنيتوسوم، مما يكشف ترتيبًا فريدًا في نطاق PDZ المسدود ذاتيًّا، والمدمَج بنطاقين من الكرُوم المغناطيسي. وقد أثبت الباحثون أيضًا أن بروتين الماجنيتوسوم MamP هو إنزيم أوكسيديز الحديد الذي يسهم في تشكيل الهيدريت الحديدي. ولذا.. فهو مهم لآليات إدارة الحديد خلال نشوء الماجنيتوسوم.

Structural insight into magnetochrome-mediated magnetite biomineralization

M Siponen *et al*

doi:10.1038/nature12573

الكيمياء الحيوية

وصف ديناميّات طيّ البروتين

إنّ أفضل وصف لحركة التفاعلات الكيميائية في محلول قدمّته نظريةٌ طوّرها هندريك كرامرز في الأربعينات من القرن الماضي، وترتبط عمل أينشتاين حول نظرية الحركة البراونية بنظرية السرعة [المطلقة]. وحتى الآن، لم يكن ممكنًا قياس المعاملات التي تنبأت بها نظرية كرامرز على الجزيئات الصغيرة. ومؤخرًا، رصد هوي سونج تشونج، ووليام [إيل] إيتون الفوتونات المنبعثة من الجزيئات المفردة خلال طيّ البروتين، ووجدوا إسهامًا عاليًا للاحتكاك الداخلي في معامل انتشار كرامرز. هذا.. وقياسات الباحثين لأوقات مسار انتقال طي البروتين توصِّف معامل انتشار كرامرز، وارتفاع حاجز الطاقة الحرة للمرة الأولى في أي نظام.

Single-molecule fluorescence probes dynamics of barrier crossing

H Chung *et al*

doi:10.1038/nature12649

بيولوجيا النبات

فجر كاذب لنبات الرشاد "أرابيدوبسيس"

إنّ إنتاج السكر في النباتات بالتمثيل الضوئي مُخرَج أيضي أساسي للساعة البيولوجية. وتُظهِر هذه الدراسة أن إشارات السكر الإيقاعية الذاتية يمكنها تعيين توقيت الساعة البيولوجية في نبات الرشاد *Arabidopsis* بتنظيم تعبير جينات الساعة البيولوجية. ويقترح الباحثون مفهوم «الفجر الأيضي» الذي يصف إعادة ضبط الساعة البيولوجية في الاستجابة إلى ذروة السكريات الذاتية الناتجة بالتمثيل الضوئي.

Photosynthetic entrainment of the Arabidopsis thaliana circadian clock

M Haydon *et al*

doi:10.1038/nature12603

الكيمياء الحيوية

تحسين التحلل الطبيعي للسكر

كثير من البيروفات pyruvate الناتجة من السكريات بتحلل السكر ـ مسار أيضي موجود بمعظم الكائنات الحية ـ يُنزع منها الكربوكسيل لإنتاج أسيتيل–تميم الإنزيم A (CoA) لمختلف أغراض التخليق الحيوي، لكنّ نزع كربوكسيل البيروفات يفقد مكافئ الكربون، مما يحدّ من العائد النظري للكربون إلى موليْن فقط من نواتج الأيض ثنائية الكربون (C2) لكل مول من الهيكسوز. وقد قام جيمس لياو وزملاؤه ببناء مسار حلقي (دوري) غير مؤكسِد، يسمح بإنتاج كميات متكافئة (تنتج مركبًا نقيًّا باتحادها) من نواتج الأيض ثنائية الكربون من الهيكسوز، والبينتوز، وفوسفات التريوز، بدون فَقْد كربون. وهذا المسار المسمَّى التحلل السكري غير المؤكسِد (NOG) يتيح حفاظًا كاملًا على الكربون في هدم السكر إلى أسيتيل–تميم الإنزيم A. وأظهر الباحثون التحلل السكري غير المؤكسِد في أنابيب الاختبار، وفي السلالات الإِشْرِيكيّة القولونيّة المُهَنْدَسَة. ويمكن استخدام هذا النهج الجديد صناعيًّا؛ لإنتاج كحولات حيوية، وأحماض دهنية، وديزل حيوي، وأيزوبرينويد من السكريات.

Synthetic non-oxidative glycolysis enables complete carbon conservation

I Bogorad *et al*

doi:10.1038/nature12575

الأحياء المجهرية

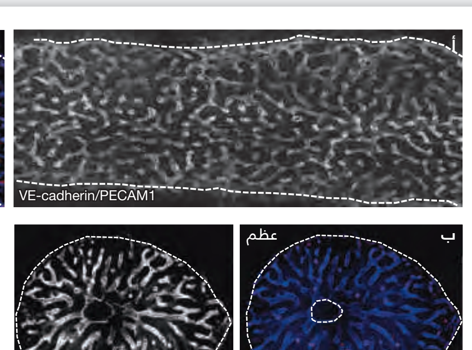
تصوير مقطعي إلكتروني بارد

أورد واه شيو وزملاؤه التطبيق الأول لتصوير الإلكترون المقطعي البارد لتباين طور زرنكه (ZPC) لدراسة العمليات الخلوية، دون الحاجة إلى التوسيم أو التجزيء (المقاطع). واستخدم الباحثون تلك التقنية لتصور نضوج الفيروس البكتيري الأزرق Syn5 داخل الخلية المضيفة له، لتحديد الحجيرات دون الخلوية، ووسائط التئام فيروس Syn5 المتميزة.

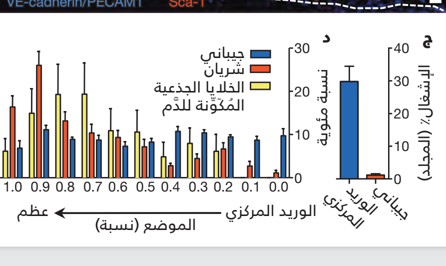
Visualizing virus assembly intermediates inside marine cyanobacteria

W Dai *et al*

doi:10.1038/nature12604







الخلايا الجذعية

توصيف موطن الخلية الجذعية المنتِجة للدم

استخدم بول فرينيت وزملاؤه التصوير الاستشعاعي المناعي متحد البؤرة، كامل التحميل، والنماذج الحاسوبية؛ لدراسة التوزيع المكاني لأنواع مختلفة من الخلايا، ضمن موطن الخلايا الجذعية المُكَوِّنة للدَّم (HSC). ووجد الباحثون أن الخلايا الجذعية المُكَوِّنة للدَّم الساكنة تقترن تحديدًا بالشرايين الصغيرة الموجودة تفضيليًّا في بطانة نخاع العظام. وهذه الشرايين أساسية للحفاظ على سكون الخلايا الجذعية المكوِّنة للدم. وبالتالي، تطرح هذه النتائج أن مواطن الخلايا الجذعية المُكَوِّنة للدَّم المتميزة، ساكنة أو متكاثرة، تمنحها أنواع متميزة من الأوعية الدموية.

Arteriolar niches maintain haematopoietic stem cell quiescence

Y Kunisaki *et al*

doi:10.1038/nature12612

الشكل أعلاه | العلاقات المكانية بين الخلايا الجذعية المكونة للدم والجُمْلة الوعائية لنخاع العظام. أ، ب، طوليًّا (أ) و مُقَشّر عرضيًّا (ب) صور التحميل الكامل من نخاع العظام الفخذي لفأر مصبوغة ببروتين كادهيرين المضاد الوعائيّ البطانيّ مضاد–PECAM1 والأجسام المضادة لمضاد–Sca-1. مقياس البار، 100 مايكرومتر. **ج،** أحجام نخاع العظام التي تحتلها الشرايين أو الجيوب. عدد المناطق n = 6 من ثلاثة فئران. **د،** توزيع الجيوب والشرايين والخلايا الجذعية المُكَوِّنة للدَّم في نخاع العظام الفخذي. n = 6 فئران.

البيولوجيا الجزيئية

مفتاح بنيوي للتنبؤ بوظيفة إنزيم

لقد سَبَّبَ الإفراط في التنبؤ وأخطاء التعليقات (الحواشي) في مشروعات فك تتابعات الجينوم كثيرًا من الالتباس، بسبب صعوبة إسناد مهام صحيحة للبروتينات التي تم تحديدها. واستخدم هؤلاء الباحثون مناهج موجَّهة بنيويًّا للتنبؤ بخصائص الركيزة من عدة إنزيمات مرمَّزة بواسطة مجموعة جينات بكتيرية؛ للتنبؤ بشكل صحيح مخبريًّا بنشاط إنزيم وظيفته مجهولة، وتحديد مسار الهدم الأيضي الذي يشارك فيه داخل الخلايا. والوضعية المُلَجّنة liganded للركيزة المتنبَّأ بها من خلال فحص المكتبة الافتراضية تأكدت تجريبيًّا، وتأكدت الأنشطة الإنزيمية في المسار المتنبَّأ به في الفحوص المخبرية والتحليلات الوراثية، وحُددت المركبات الوسيط بواسطة metabolomics، وكبح الجينات المرمِّزة للمسار بتركيز ملحي عال بواسطة ترانسكريبتوميات. وتثبت هذه الدراسة فائدة التنبؤات الوظيفية الموجَّهة بنيويًّا لاكتشاف مسارات أيضية جديدة.

Discovery of new enzymes and metabolic pathways by using structure and genome context

S Zhao *et al*

doi:10.1038/nature12576

الوراثة

آليه الحَدّ من عمليات الانتقال الانتصافي

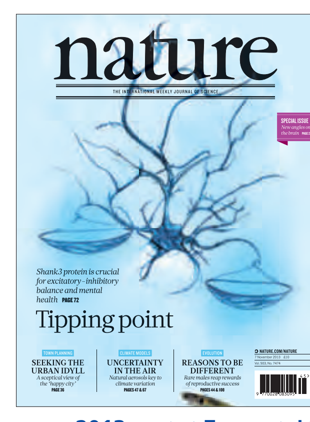
أثناء الانقسام الميوزي، عند تضاعف عدد الكروموسومات قبل الانفصال إلى خليتين وليدتين، تُمسَك الكروموسومات المتماثلة معًا في «بنية X»، أو تنتقل بواسطة ضفائر المبادلة. وتبدأ عمليات الانتقال بفواصل مبرمجة مزدوجة الضفيرة، وحالما يتشكل فاصل، يتم تثبيط تشكيل فواصل أخرى بالجوار نفسه، من خلال عملية تسمَّى تداخل الانتقال (الوراثي). وقد وجدت آن فيلنوف وزملاؤها أن البروتينات المشبكيّة الخيطيّة ـ التي تشكل طلاءً حول الأزواج المتماثلة ـ هي المسؤولة عن هذا التداخل. وإضافة إلى ذلك.. بمجرد حدوث الانتقال الوراثي، يتم تبديل بنية الكروموسوم المحلية وإطالتها، وهي تغيرات قد تسهم أيضًا في كبح مزيد من استهلال الانتقال الوراثي.

Meiotic chromosome structures constrain and respond to designation of crossover sites

D Libuda *et al*

doi:10.1038/nature12577

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



غلاف عدد 7 نوفمبر 2013
طالع نصوص الأبحاث في عدد 7 نوفمبر من دَوْريّة "نيتشر" الدولية.

الوراثة

بروتين *Shank3* حاسم للصحة العقلية

ترتبط طفرات جين *SHANK3* ـ وهو جين يرمِّز بروتين السقالة المشبكي Shank3 ـ بمرض التوحد، والإعاقة الإدراكية والفصام، لكن تأثيرفرط التعبير عن هذا الجين أقل وضوحًا بكثير. ومؤخرًا، أظهرت هدى الزغبي وزملاؤها أن الفئران مفرطة التعبير عن جين *SHANK3* تُظْهِرسلوكًا يشبه الهَوَس، ونوبات صرع، وتبدلات في توازن نشاط الخلايا العصبية بين الإثارة والتثبيط. واتساقًا مع النتائج في الفئران، اكتشف الباحثون مريضين باضطرابات فرط الحركة، يحملان ازدواجًا لمنطقة جين *SHANK3* على كروموسوم 22. وتدعم هذه النتائج الفرضية القائلة إنّ جرعة الجين غير الصحيحة في أيٍّ من الاتجاهين (فرْط أو نقْص التعبير، على حد سواء) قد تكون ضارة. كما يرى الباحثون أن الفئران المستخدَمة في هذا البحث تقدِّم نموذجًا للأسس الوراثية الدوائية لبعض أشكال الاضطرابات ثنائية القطب.

SHANK3 over expression causes manic-like behaviour with unique pharmacogenetic properties
K Han *et al*
doi:10.1038/nature12630

البيولوجيا البنيوية

مقاربة بنيويّة للنشاط المُضاد للاكْتِئاب

تنظِّم مُرَاحِلات صوديوم الناقل العصبي (NSSs) تركيزات النواقل العصبية الذاتية. وهي أهداف لنطاق واسع من العلاجات، ومنها مثبطات استرداد السيروتونين الانتقائية (SSRIs)، ومثبطات استرداد السيروتونين–نوريبينفرين (SNRIs) ومضادات الاكتئاب ثلاثية الحلقات (TCAs). والبنية البلوريّة بالأشعة السينية لمُرَاحِل صوديوم الناقل العصبي (NSS) حقيقي النواة غير متاحة؛ مما يعوق فهْم آليّة عمل هذه المضادات للاكتئاب. وفي هذه الدراسة، استخدم الباحثون نظيرًا بكتيريًّا لمُرَاحِلات صوديوم الناقل العصبي (NSSs) بمثابة سقالة لتوليد بروتين هجين مع سمات دوائية مشابهة جدًّا لسمات نواقل الأمينات حيوية المنشأ. وحَلُّوا البِنَى البلورية بالأشعة السينية لمتغايرات LeuBAT في وجود أربعة من مثبطات استرداد السيروتونين الانتقائية، واثنين من مثبطات استرداد السيروتونين–نوريبينفرين، ومضاد اكتئاب ثلاثي الحلقات، ومحفز مازندول. ورغم أن لهذه المركبات بنى كيميائية مختلفة جدًّا، إلا أنها تتقيد جميعًا في الموقع نفسه من LeuBAT، وبالتالي تُمكِّن الباحثين من فهْمٍ أفضل لكيفية تقييد مثبطات استرداد السيروتونين الانتقائية، ومثبطات استرداد السيروتونين–نوريبينفرين، ومضادات الاكتئاب ثلاثية الحلقات إلى أهدافها في مُراحِل صوديوم الناقل العصبي حقيقي النواة.

Structural basis for action by diverse antidepressants on biogenic amine transporters
H Wang *et al*
doi:10.1038/nature12648

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة بروتين نقل الدوبامين

ناقل الدوبامين (DAT) هو بروتين غشائي يزيل الناقل العصبي دوبامين من الفَلْج المتشابك، ويورده إلى العصارة الخلوية للخلايا المحيطة بها، مما ينهي بالتالي إشارة الناقل العصبي. وقد أورد إريك جووه وزملاؤه بِنْيَة الأشعة السينية لناقل دوبامين ذبابة الفاكهة المتقيد إلى مضاد الاكتئاب نُورْتريبتيلين ثلاثي الحلقات. وهذه أول بِنْيَة بلوريّة تم تحديدها لمُرَاحِل صوديوم الناقل العصبي حقيقي النواة. والبنية الإجمالية لناقل الدوبامين في ذبابة الفاكهة تماثل نظيرتها لدى LeuT، لكن الباحثين حدّدوا اختلافات عديدة قد تؤدي أدوارًا مهمة في آليّة نقل بروتين حقيقيات النواة وتنظيمه بواسطة الفسفرة.

X-ray structure of dopamine transporter elucidates antidepressant mechanism
A Penmatsa *et al*
doi:10.1038/nature12533

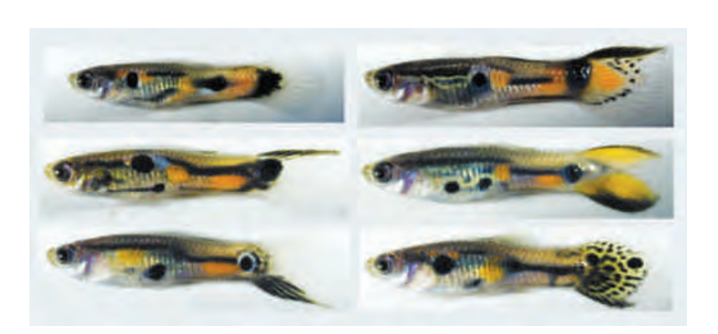
البيولوجيا التطورية

أسباب الاختلاف الحيوي

نظرًا إلى أن الانتخاب الطبيعي وَحْشِيّ وواسع الانتشار معًا، كيف يتم الحفاظ على ذلك الاختلاف في التجمعات الحيوية؟ تأتي الإجابة على هذا السؤال المُلِحّ في البيولوجيا التطوريّة من كيمبرلي هيوز وزملائها في دراسة سمك الجابي. وهذه الدراسة هي نظام نموذجي مفيد بشكل خاص، لأن تلون ذكور سمك الجابي أحد أكثر الصفات العضوية الوراثية المتغيرة المعروفة. وقد تَبَيَّن سابقًا في تجمعات سمك الجابي زاهي الألوان، أن الذكور ذات أنماط الألوان النادرة تميل إلى الازدهار بعكس التوقعات. وباستخدام تجمعات سمك تحت السيطرة بعناية، أظهرت هيوز وزملاؤها ليس فقط أن إناث سمك الجابي تفضل التزاوج مع الذكور النادرة هذه، لكن هذه الذكور تنتج أيضًا ذُرِّيَّة أكثر من الذكور المُخططة الأكثر شيوعًا. وهذه الظاهرة المعروفة باسم الانتخاب المُعتَمِد على التكرار السلبي تُظْهِر أن هناك ثمنًا للتفرُّد، وتوفر آليّة للحفاظ على الاختلاف بالتجمعات الحيوية.

Mating advantage for rare males in wild guppy populations
K Hughes *et al*
doi:10.1038/nature12717

الشكل أسفله | اختلاف وتيرة الألوان بين ذكور تجمع سمكي واحد. ذرية من ذكور سمك رافد نهر كوير 7 Quare، تربى في بيئة مشتركة، تظهِر اختلافًا متوارًثًا بوتيرة ألوانها. الذكور إلى اليسار لها زعنفة ذيليّة وهي ممثلة للمجموعة «غير الملونة». والذكور إلى اليمين لديها زعنفة ذيليّة، وهي ممثلة للمجموعة «الملونة».



علوم المناخ

الهباء الطبيعي، وتأثيره على المناخ

إنّ إثبات تأثير الهباء الجوي على بياض السحب العاكس لأشعة الشمس ـ تأثيره الفعلي على المناخ ـ هو أحد أعظم تحديات علوم المناخ. ويُفترَض ضمنيًّا في الغالب ارتباط الشكوك القوية المتواصلة أساسًا بانبعاثات بشرية المنشأ. وبكلمات أخرى.. إذا توفر فهْم أفضل للتأثيرات البشرية؛ سيكون من الممكن فهْم التأثير الإجمالي بشكل أفضل. ومؤخرًا، قدَّم كين كارسلو وزملاؤه تحليلًا لحساسية النموذج المناخي تجاه 28 عاملًا متغيرًا تمثِّل الهباء الجوي وبواكير انبعاث الغازات، وعوامل أخرى يمكن أن تؤثر في سطوع السحب. وجد الباحثون 34% من التفاوت في تأثير الهباء الجوي منذ ما قبل الثورة الصناعية (منذ حوالي 1750 سنة) مصحوبًا بانبعاثات بشرية المنشأ، مع ارتباط 45% من ذلك التفاوت بانبعاثات طبيعية من ثاني أكسيد الكبريت البركاني، وكبريتيد ثنائي الميثيل البحري، ومصادر طبيعية أخرى. يُلْقِي هذا العمل البحثي بالشكوك على درجة التقدم الذي يمكن إحرازه من خلال تطوُّر فهْم الهباء الجوي بشريّ المنشأ فقط، ويطرح ضرورة استكشاف المزيد، عن طريقة عمل بيئة ما قبل الثورة الصناعية، عندما كان الهباء الجوي الطبيعي مسيطِرًا.

Large contribution of natural aerosols to uncertainty in indirect forcing
K Carslaw *et al*
doi:10.1038/nature12674

علم الأعصاب

الاتصالات القشرية، والإدراك الحسي

كشفت تسجيلات ـ في الجسم الحي ـ واسعة النطاق الكثيرَ حول كيفية ترميز تجمعات قشرية لمعلومات حسية، وقد مكنت تطورات الوراثة وتعيين الدّارات من تحديد الدّارات العصبية، وتوصيفها، والسيطرة عليها. ومؤخرًا، تلاقت هذه الخطوط البحثية، كما تعكس ذلك هذه المراجعة التي أجراها كينيث هاريس، وتوماس فلوجل، حيث تركزعلى كيفية ارتباط أنماط الاتصال في القشرة الحسية للقوارض بطريقة ترميز العصبونات للمعلومات، ودمجها في السياق السلوكي.

Cortical connectivity and sensory coding

K Harris *et al*

doi:10.1038/nature12654

نشاط عصبوني معتمد على الأنشطة

تميِّز العصبونات الفردية المُدخَلات المشبكية الواردة عند أجسادها وتغصُّناتها، لكنّ كيفية تأثير السلوك على توازنها ما زالت غير واضحة. ومؤخرًا، أظهر مايكل جرينبرج وزملاؤه أن عصبونات قرن آمون بدماغ الفأر تستجيب للإثراء الحسي مع زيادة مستويات عامل النسخ NPAS4 ومنتج جينه المستهدف، وهو العامل المغذِّي العصبي المشتق من الدماغ، الذي يعزِّز عند ذلك المشابك المثبطة على جسم الخلية، بينما يزعزع استقرار المشابك التي على التغصُّنات. وهكذا، تستجيب العصبونات فرادى للتحفيز الحسي بإعادة رسم خريطة مدخلاتها المثبطة، وتقييد مخرجاتها الجسدية، بينما تعزِّز لُدونة تغصُّناتها.

The activity-dependent transcription factor NPAS4 regulates domain-specific inhibition

B Bloodgood *et al*

doi:10.1038/nature12743

ارتباط وثيق لدارات عصبية بتعديل الشهية

النواة شبه العضديّة هي منطقة بجذع الدماغ، تحوي تجمعات عصبونات فرعية مرتبطة بالتذوق، وتناول الصوديوم، والتنفس، والألم، والإحساس بالحرارة، وكبح الشهية. وجزئيًّا بسبب هذا الخليط غير المتجانس من الخلايا التي تكوّن هذه البنية، ثبتت صعوبة تعيين المسارات المحددة لدفع كبح الشهية. ومؤخرًا، باستخدام تنويعة من الأدوات، من بينها التحليل الوراثي البصري، والتحليل الوراثي الدوائي، حدَّدَ ريتشارد بالمايتر وزملاؤه عصبونات تعبر البيبتيد، ومتصلة بجين هرمون كالسِيتُونِين النشط، بارزة من النواة شبه العضديّة إلى النواة المركزية لِلَّوْزَة، بوصفها دارة حرجة تدفع كبح الشهية. وعلى نقيض ذلك.. يؤدي تثبيط هذه العصبونات إلى زيادة التغذية، مما يتضح أن هذه الدّارة العصبية توفِّر أهدافًا للتدخل علاجيًّا لكبح وتعزيز الشهية.

Genetic identification of a neural circuit that suppresses appetite

M Carter *et al*

doi:10.1038/nature12596

دور سلوكي للأشواك الشجيريّة

التشعُّبات العصبية ليست كابلات خاملة، لكنْ ليس مؤكَّدًا إنْ كانت استثارتها تسهم في العملية الحسابية عند جسد الخلية، أم لا. ومؤخرًا، استخدم مايكل هاوزر وزملاؤه تسجيلًا مثبت الرقعة من تغصنات شجيرية للخلايا الهرمية في القشرة البصرية لفئران يقظة للملاحظة والتداخل مع الأشواك الشجيرية خلال التنبيه الحسي. وأظهرت نتائج الباحثين أن المعالجة الشجيرية النشطة تعزِّز انتقائية التوجه الجسدي، وهو حساب دماغي أساسي.

Dendritic spikes enhance stimulus selectivity in cortical neurons *in vivo*

S Smith *et al*

doi:10.1038/nature12600

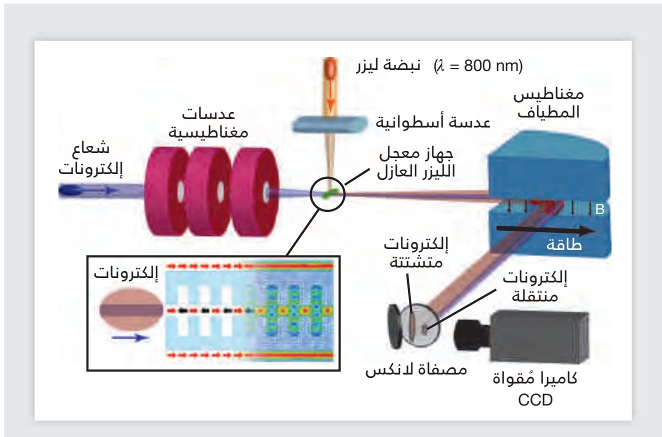
دمج انتقائي لمدخلات جسِّيَّة

تمثِّل العصبونات في قشرة الفص الجبهي للرئيسيات جوانب متعددة من المنبِّهات الحسية، ولها استجابات معتمدة على المهام، ومتفاوتة التوقيت. لم يتضح بعد كيف تمثِّل هذه الاستجابات المعقدة جوانب وثيقة الصلة بمدخلاتها، أو تسهم في السلوك في سياقات مختلفة. وهنا، أظهر فاليريو مانته وزملاؤه أنه عندما تؤدي القرود مهمة حسية حركية معتمدة على السياق، تختلط الإشارات ذات الصلة وغير ذات الصلة بالمهام في وحدات مفردة من قشرة الفص الجبهي، لكنها تُفْهَم بسهولة في إطار عملية ديناميّة تتكشف عند مستوى التجمعات. ونموذج الشبكة العصبية متكررة الاتصال يستنسِخ السمات الرئيسة للبيانات، ويقترح آلية جديدة لاختيار ودمج الأدلَّة ذات الصلة بالمهام باتجاه اتخاذ قرار.

Context-dependent computation by recurrent dynamics in prefrontal cortex

V Mante *et al*

doi:10.1038/nature12742



فيزياء الجسيمات

طراز جديد من معجِّلات الجسيمات

معجِّلات الجسيمات التقليدية، القائمة على تقنية تردد الراديو، منشآت ضخمةٌ باهظة التشغيل. تتيح معجلات الليزر العازلة مجهرية الصنع (DLAs) بديلا جذابًا، لقدرتها على دعم مجالات تعجيل أكبر بكثير من المعجِّلات الحالية، إضافة إلى كونها مُدمجة واقتصادية وبسيطة التصنيع باستخدام تقنيات الطباعة الحجرية. وتقدِّم هذه الورقة البحثية أول إثبات تجريبي لمعجل ليزر عازل مجهري الصنع، قادر على التعجيل المضطرد عالي التدرج (يتجاوز 250 مليون إلكترون فولت للمتر) للإلكترونات النسبية. وتُعَدّ هذه النتائج الساحة لتطوير أجهزة معجِّلات الليزر العازلة مجهرية الصنع متعددة المراحل في المستقبل، وتتكون من أنظمة مدمجة على رقائق، من شأنها أن تمكننا من تصنيع معجلات مدمجة على منضدة المختبر بمجال يتراوح بين مليون إلكترون فولت (MeV) وجيجا إلكترون فولت (GeV) . تشمل التطبيقات الماسحات الأمنية، والعلاج الطبي، ومصادر ضوء الأشعة السينية لأغراض أبحاث البيولوجيا والمواد، وكذلك أجهزة التصوير الطبي المحمولة.

Demonstration of electron acceleration in a laser-driven dielectric microstructure

E Peralta *et al*

doi:10.1038/nature12664

الشكل أعلاه | بنية معجل الليزر العازل والتجهيزات التجريبية. التجهيزات التجريبية. الصورة: رسم تخطيطي لبنية معجل الليزر العازل DLA توضح اتجاه استقطاب المجال والإعادة الدوريّة الفعالة للطور، موضحًا بأسهم حمراء متناوبة (تسارع) وأسهم سوداء متناوبة (تباطؤ). تبين لقطة لمحاكاة المجالات في البنية التعديل المكاني المناظر في قناة التفريغ.

علوم الأرض

تغيرات البازلت المنصهر في الأعماق

أوردت كريستيل سانلوب وزملاؤها أن بِنْيَة البازلت المنصهر عند ظروف الوشاح الصخري العميق تُحَدَّد باستخدام تجارب حيود الأشعة السينية في الموضع بخلايا ماس السندان المسخَّن ليزريًّا. ووجد الباحثون زيادة في تنسيق السيليكون من 4 عند

الظروف المحيطة إلى 6 عند ضغط 35 جيجا باسكال، وأصبحت قابلية انضغاط الصهير أقل فوق هذا الانتقال. ونظرًا إلى أن هذا الضغط يتزامن مع تغيُّر ملحوظ بتطور ضغط تقسيم النيكل بين الحديد المصهور والسيليكات المصهورة، يخلص الباحثون إلى أن قابلية الصهير للانضغاط قد تسيطر على تقسيم العناصر (المتطايرة) المُحِبَّة للحديد. وتوفِّر هذه النتائج بيانات يمكن دمجها في نماذج كمية لسلوك سوائل السيليكات عميقًا بالوشاح الصخري للأرض.

Structural change in molten basalt at deep mantle conditions

C Sanloup *et al*

doi:10.1038/nature12668

البيولوجيا الجزيئية

دور ديستروجلايكان في ضمور العضلات

بروتين ديستروجلايكان السكري الطرفي خارج الخلية مزيَّن بالسكريات ما بعد الانتقال، وإضافة الجلايكانات بواسطة إنزيم يسمَّى "لارج" LARGE ضرورية لوظيفة مستقبِله. يؤدي اختزال إضافات لارج-جلايكان إلى أشكال مختلفة من ضمور العضلات، لكنْ لا تعليل واضحًا. وهنا، أظهر كيفن كامبل وزملاؤه ارتباطًا مباشرًا بين امتدادات إضافات لارج-جليكان على الديستروجلايكان، وبين شراهته لليجاندات نسيج خارج الخلية. تسبِّب تكرارات إضافات لارج-جلايكان القصيرة مختلف العيوب، ويشمل ذلك عضلات مختلة وظيفيًّا، مآلها إلى الضمور. وأظهروا أيضًا أن المرضى الذين ازدادت لديهم شدة الضمور العضلي الإكلينيكيّة لديهم درجة أكبر من تقصير إضافات لارج-جلايكان.

LARGE glycans on dystroglycan can function as a tunable matrix scaffold to prevent dystrophy

M Goddeeris *et al*

doi:10.1038/nature12605

البيولوجيا الجزيئية

نشوء ومعالجة تَصَلّب الجِلد

متلازمة الجلد المُتَيَبِّس هي أحد أشكال تصلب الجلد المتميز بتليف الجلد، وتسبِّبها طفرات بمنطقة تقييد الإنتجرين للفيبريلين-1. طوّر هاري ديتز وزملاؤه نموذجًا لمتلازمة الجلد المُتَيَبِّس بفئران محورة وراثيًّا، وأظهروا أن خطوط (خلايا) هذه الفئران التي تُؤْوِي بدائل أحماض أمينية مماثلة في الفيبريلين-1 تعيد باختصار تليف جلد شرس، لكنْ يمكن منعه بعلاجات تحوير الإنتجرين، وعكسه بمُناهَضَةٍ يُحْدِثها عامل النمو-β المحوِّل (-TGF β) لسيتوكين قبل التليّف. ويُظْهِر البحث إمكان عكس تليف الجلد القائم، ويطرح استراتيجيات علاجية، كتنشيط إنتجرين β1، ومُحَاصَرَة إشارات إنتجرين β2، أو TGF-β، أو ERK.

Integrin-modulating therapy prevents fibrosis and autoimmunity in mouse models of scleroderma

E Gerber *et al*

doi:10.1038/nature12614

الفيزياء التطبيقية

روبوتات مجهريّة ذاتيّة التنظيم

يمكن ملاحظة الحركة الجماعية في العالَم الطبيعي على جميع المستويات، من أسراب الطيور المندفعة أفواجًا، إلى تجمعات السمك وحشود البكتيريا، لكنْ من العسير التقاط مثل ذلك السلوك في النماذج الفيزيائية البسيطة. ومنظومات «المادة النشطة» الاصطناعية تُظهِر سلوكًا جماعيًّا، يقوم عادةً على الاصطدامات؛ مما يعقد توصيف التفاعلات. ومؤخرًا، طوّر دنيس بارتولو وزملاؤه نظامًا تجريبيًّا فريدًا يتكون من كرات دوّارة ذاتية الدفع، تنظم نفسها ذاتيًّا، وتتحرك في اتجاه واحد في حشود بالملايين. والكُرَات «تستشعر» بعضها عبر تفاعلات هيدروديناميّة مباشرة، بحيث يتسنى حساب وضبط جميع المؤشرات. يثبت هذا العمل أن التفاعلات الفيزيائيّة الحقيقية ـ فردية المستوى ـ كافية لوضع التجمعات المتجانسة النشطة في حركة موجهة مستقرة. ويمكن استخدام تلك المنظومة لصياغة نماذج حركة جمعيّة طبيعيّة، وتصميم مواد جديدة ذاتية التنظيم، وحشود من روبوتات مجهريّة.

Emergence of macroscopic directed motion in populations of motile colloids

A Bricard *et al*

doi:10.1038/nature12673

البيولوجيا الجزيئية

مثبط جديد للتجلُّط

الإنتيجرينات هي جزيئات التصاق بالخلية، تنقل الإشارات بطريقة ثنائية الاتجاه؛ للتواسط في الإشارات من الداخل إلى الخارج، ومن الخارج إلى الداخل. يتفاعل النطاق السيتوبلازمي مع الجزيئات داخل الخلايا مثل البروتينات الهيكلية الخلوية تالين talin و$G\alpha_{13}$. وفي هذه الدراسة، أثبت شياوبنج دو وزملاؤه إمكان تبديل اتجاه الإشارات، ونقله بواسطة موجات تقييد التالين و$G\alpha_{13}$ المنسقة والمتعارضة إلى منطقة نطاق الإنتجرين السيتوبلازمي نفسها بموتيفات تَعَرُّف مميزة. كما صمَّم الباحثون أيضًا مثبطًا يستهدِف الإشارات من الخارج إلى الداخل انتقائيًّا. وهذا الجزيء يمنع التجلط في الجسم الحي، دون أن يسبِّب نَزْفًا، كتأثير جانبي.

A directional switch of integrin signalling and a new anti-thrombotic strategy

B Shen *et al*

doi:10.1038/nature12613

وظائف الأعضاء

دور للدماغ في توازن الجلوكوز

شَكَّل اكتشافُ الإنسولين وآثاره الكثيرة ـ على توازن الجلوكوز ـ طويلًا فهمنا لمرض السكري وعلاجه، لكنّ اهتمامًا أقل كثيرًا أُوْلِيَ للدماغ، إذ يُعتبَر دوره ثانويًّا في العادة، باستثناء استشعار هبوط سكر الدم والاستجابة له. وتلخصِّ هذه المراجعة أدِلَّة جديدة حول نظام متمركز دماغيًّا لتقنين الجلوكوز، يعمل جنبًا إلى جنب مع جُزَيْرات البنكرياس؛ لخَفْض مستويات جلوكوز الدم. ويتميز نظاما التقنين هذان بتداخل واسع وتكرار، مما قد يتطلب عُيوبًا في كليهما لنشوء مرض السكري. وخلص الباحثون إلى ضرورة تطوير علاجات تستهدف النظامين المتمركزين بالدماغ وبجزيرات البنكرياس؛ لمواجهة وباء السكري بفعالية أكبر.

Cooperation between brain and islet in glucose homeostasis and diabetes

M Schwartz *et al*

doi:10.1038/nature12709

علوم المواد

سِحْر مغناطيسي بالغرويّات

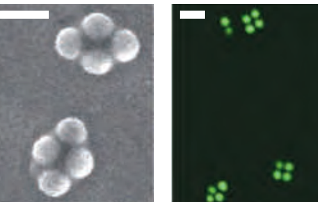
مبدئيًّا، يمكن تجميع حبيبات غروية لمواد مختلفة عديدة بشكل مباشر إلى تركيبات (بِنًى) فعّالة وظيفيًّا؛ للاستخدام في الضوئيات والإلكترونيات وتطبيقات الاستشعار. وعمليًّا، ثبت صعوبة تخليق شبكات ومجمعات معقدة باستخدام أنواع حبيبات مختلفة. ومؤخرًا، استخدم أحمد دميروز وزملاؤه تدرُّجات مجهرية للمجال المغناطيسي كقوالب افتراضية؛ لتوجيه الغرويّات المغناطيسية وغير المغناطيسية بدقة مجهرية ونتاج مرتفع إلى مجموعات وبِنًى معقدة ثلاثية الأبعاد. تجلّت هذه الطريقة مع حبيبات البوليمر، والسيليكا، بل والبكتيريا الحية، وتشغيلها الموازي الضخم والتمكن من التلاعب ثنائي وثلاثي الأبعاد بالموجودات المغناطيسية وغير المغناطيسية تزامنيًّا يُتوقَّع أن يفتح فرصًا مثيرة لتجميع الحبيبات الغروية، ولتموضع ومعالجة الخلايا.

Colloidal assembly directed by virtual magnetic moulds

A Demirörs *et al*

doi:10.1038/nature12591

الشكل أسفله | الجزيئات الغروية المستوية. إلى اليسار: المجموعة نفسها مثبتة إلى ركيزة سيلوكسان متعدد ثنائي الميثيل (PDMS) من خلال كيمياء الأمينو أيسوسيانات ومع حبيبات مقيدة إلى بعضها بترسيب السيليكا. في الوسط: صورة متحدة البؤرة للحبيبات المقيدة المحررة إلى محلول بواسطة الـsonication. إلى اليمين: صورة مجهر مسح إلكترون (SEM) لبوليمرات رباعية مُحررة بعد التجفيف.




UPLOAD YOUR MANUSCRIPT





nature publishing group language editing
Premium science and medical editing

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

Reliability

5 years since launch



40% of customers resubmit



Usage



of submissions so far

Reach



Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageediting.nature.com



QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

مهن علمية

جمعيات مهنية تساعد المنظماتُ العلمية الباحثين - خاصة في الدول النامية - على التواصل، وشحذ مهاراتهم **ص. 87**

عمود حول أهمية فَهْم الباحثين لدور المواد المرئيّة في توصيل الأبحاث **ص. 89**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



CHRISTOS GEORGHIOU/SHUTTERSTOCK

التأثير

اتــرك انطبــاعًا قويًّــــا

مراجعو طلبات المِنَح بدأوا في التركيز بشكل متزايد على التأثير العلمي والاجتماعي للمشاريع البحثية المقدَّمة إليهم.

أمِير دانْس

عندما يجتمع بضع عشرات من علماء قسم الدراسات في المعاهد القومية الأمريكية للصحة للبدء في مراجعة استمارات طلبات الحصول على مِنَح، يكون لديهم سؤال واحد أساسي، حسبما يقول فَتاح كاشانشي، الذي سبق له أن شارك في أكثر من 100 من هذه الجلسات: هل البحث المُقترح يتناول سؤالًا مهمًّا؟ ويضيف كاشانشي ـ الذي عمل كعالِم فيروسات في المعاهد القومية الأمريكية للصحة، وهو الآن يعمل في جامعة جورج ميسون في ماناساس بفيرجينيا ـ قائلًا: «إذا لم يكن السؤال مهمًّا، فيتوجب عليك ألا تضيِّع وقتك -وأموال الآخرين - عليه».

إن المنظمات المانحة ـ الحكومية والخاصة ـ حول العالم تهتم بتأثير البحث الذي تموِّله، لكن الشروط المستخدَمة لوصف هذا التأثير، ونوعية التأثير الذي تهتم به هذه المؤسسات تختلف بشكل كبير. فبعض المانحين ـ مثل



المعاهد القومية الأمريكية للصحة ـ يهتمون بشكل أساسي بمدى أهمية المشروع لمجال علمي معين. وبعضهم ينتظر من مُتلقِّي المِنَح أن يحققوا إنجازات أكثر من المختبرات والنشر في نشرات علمية والمؤتمرات؛ فهم يبحثون عن آثار الأبحاث على الاقتصاد والتعليم ونَوَاحٍ أخرى في المجتمع.

إن الاهتمام بالتأثير الأوسع للأبحاثً بدأ يتزايد. ففي عام 2009، بدأت سبع وكالات مانِحة مموَّلة من الحكومة ـ وهذه الوكالات تُشكِّل معًا «مجالس البحث العلمي البريطانية» RCUK ـ مُطالبة المتقدمين للحصول على المِنَح بتوضيح معالم خططهم وتأثيرها. كما أضافت المؤسسة العلمية القومية السويسرية قِسْمًا إلى استمارات طلب المنح في عام



التأثير
عدد خاص من *Nature*
nature.com/impact

2011، يتضمن الحديث عن التأثير الواسع للبحث المطلوب تمويله. ولطالما اشترطت المؤسسة القومية للعلوم الأمريكية على طالبي الحصول على المِنَح أن يجمعوا بين القيمة العلمية وتأثيرات البحث خارج نطاق المختبر، وفي عام 1997 جعلت للتأثير الأوسع للبحث جزءًا مُفصَّلًا في مراجعة طلبات المنح. وبدأت المؤسسة مطالبة المتقدمين هذا العام بكتابة قسم منفصل عن التأثيرات في استمارات التقديم.

لماذا هذا التشديد المتزايد؟ يُعزى هذا أساسًا إلى أن الحكومات ـ التي أصبحت جيوبها خاوية أكثر من أي وقت مضى ـ تريد أن تتأكد من أن البحث العلمي الذي تموِّله سوف يعود بالنفع على أرض الواقع. تقول ميج بوفير، الكاتبة الطبية في أمهِرست ماساتشوستس، التي ساعدت عملاءها على نَيْل مِنَح مالية من المعاهد القومية الأمريكية للصحة تقدَّر بملايين الدولارت: «إن قدرة العالِم على إقناع الآخرين ببحثه العلمي أصبحت أمرًا متزايد الأهمية».

يخشى بعض العلماء من أنّ الاهتمام المتزايد بتأثير الأبحاث سوف يسحب التمويل من الأبحاث العلمية الأساسية لصالح المشروعات التطبيقية. فعندما بدأت مجالس البحث العلمي البريطانية إدخال قسم التأثير في استماراتها، «عبّرت مجموعة صغيرة وصاخبة من العلماء عن عدم رضاها عمّا أسمتها مخططات التأثير»، حسبما تقول ألِكْساندرا ساكسون، رئيسة الوحدة الاستراتيجية في مجالس البحث العلمي البريطانية في سويندون. واهتمام مراجعي طلبات المِنَح بالتأثير لا يشكل بالضرورة خطورة على الدراسات البحثية الرئيسة، حسبما يقول بيل بيتري، عالِم الطب الحيوي في جامعة فيرجينيا في تشارلوتسفيل، الذي تمكَّن من الفوز بمِنَح من المعاهد القومية الأمريكية للصحة بملايين الدولارات. والذي يضيف قائلًا: «بإمكانك أن تعرض آراءً مقنعة بأنّ أغلب أساسيات العلوم ذات تأثير كبير».

أشكال التأثير

إن الأهمية العلمية دائمًا لها أولوية كبيرة. فالمتقدمون للحصول على المنح من المعاهد القومية الأمريكية للصحة عليهم أن يشرحوا القيمة العلمية لمشروعاتهم في عدة نقاط في استمارة التقديم، بما فيها الملخص وقسم «الأهمية». ويشير كاشانشي إلى أن السطور الأولى في قسم «الأهداف المحددة» يجب أن تسرِد بوضوح البعد الوبائي للقضية الصحية قيد النظر. أما مؤسسة «ويلكوم تراست» الخيرية المتخصصة في تمويل أبحاث الطب الحيوي، فهي لا تسأل بالتحديد عن التأثير، لكنها تتوقع من قسم «الرؤية» في الطلب المقدَّم لها أن يذكر أهمية الموضوع البحثي. إنّ الأهمية العلمية لا تتخذ موضع الصدارة، فقط في منح معينة، خاصة بالمسار المهني المبكر، مثل مِنَح المعاهد القومية الأمريكية للصحة للتطوُّر المهني، التي تفوق فيها أهميةُ الالتزام طويل الأمد للمتقدِّم أهميةَ المشروع البحثي ذاته.

وفي بعض وكالات التمويل، يأتي الحديث عن التأثير الأوسع.. فبالنسبة إلى الهياكل المكوِّنة لمجالس البحث العلمي البريطانية، على المتقدمين أن يكتبوا «ملخص التأثير» قصيرًا وبِلُغَةٍ غير متخصصة، ليوضِّحوا مَنْ مِن الممكن ◄

◄ أنْ يستفيد من بحوثهم، وكيف. كما أنّ عليهم أن يقدموا مسارات للتأثير، يصفون فيها كيف سيشتركون مع هؤلاء المستفيدين. فعلى سبيل المثال.. قد يخطِّط المتقدمون لعقد مشاركة مع جهات صناعية، أو تطوير برامج تعليمية.

وتختلف نوعية المشروعات ذات التأثير الأوسع بين كل تخصُّص وآخر. يقول جون هاند ـ رئيس قسم التأثير في مجلس أبحاث العلوم الهندسية والفيزيائية بالمملكة المتحدة ـ إنّ عالِم الرياضيات بإمكانه أن يشرح أبحاثه لعلماء في تخصصات أخرى، فيجدونها مفيدة لهم في هيكلة أنظمتهم. أما المهندسون ـ على العكس ـ فقد يقدمون مشروعات تطبيقية ذات تأثير عمليّ مباشر بشكل أكبر، مثل طرق لتوسيع نطاق العمليات الإنتاجية.

أمّا «مجالس البحث العلمي البريطانية»، فلا تريد فقط من المتقدمين أن يعرضوا أفكارًا للتأثير، ولكنها تريد أيضا أن تدفع مقابل ذلك. تقول ساكسون إن المتقدمين بإمكانهم أن يطلبوا تخصيص نحو 5% من ميزانية المنحة، لتوجيهها إلى أنشطة التأثير؛ كأن يدفعوا لشركائهم البحثيين مقابل العمل في مختبر صناعي لعدة أشهر، على سبيل المثال.

قاعدة عريضة

يُعتبر التأثير الأوسع أمرًا اختياريًّا في بعض المِنَح. فبإمكان المتقدمين للحصول على منح من المؤسسة العلمية القومية السويسرية اختيار ما إذا كانوا يريدون تخصيص مشروعهم كمشروع «مستوحَى من الاستخدامات»، أَمْ لا. وإذا قاموا باختيار ذلك، فعليهم أن يشرحوا الاستفادة العملية المرجوّة من هذا العمل. ولا يعطي المُقترَح «المستوحى من الاستخدامات» بالضرورة ميزة إضافية للمتقدِّم، لكنه يساعد المؤسسة على تحديد ما إذا كان عليها أن توظّف مراجعين من غير العلماء لفحص الطلب، أم لا، كأنْ توظِّف أطباء لمراجعة مقترحات في الطب الحيوي.

بالنسبة إلى المنح المقدَّمة من المعاهد القومية الأمريكية للصحة، التي تطلب من المتقدمين تقديم دليل على وجود تأثير للبحث، كان من المعتاد الاكتفاء بذِكْر النشر في منشورات علمية، أو تقديم العروض. أمّا الآن، فالوكالة تريد تحقيق فوائد مجتمعيّة مباشرة، حسبما يقول إد هاكيت، عالِم الاجتماع في جامعة أريزونا ستيت في تيمب، الذي عمل في السابق لدى «المؤسسة الوطنية للعلوم» NSF. وفي ظل وجود منافسة حامية، فإن العرض القوي للتأثير الواسع هو ما يفرّق بين النجاح والفشل في الحصول على المنحة، حسبما يقول هاكيت. وقد تتضمن المشروعات زيارة المدارس، وتطوير المواد التعليمية، وتوصيل العلوم للعامة، وتدريب صغار العلماء، أو التعاون مع الصناعات المحلية.



«بإمكانك أنْ تَعْرِض آراء مقنعة بأنّ ما هو أكثر صلة بالعلوم الأساسية له تأثير كبير»

بيل بيتري

ولمعرفة نوعية معلومات التأثير التي تريدها إحدى المؤسسات، تقترح بوفير على المتقدمين أن يراجعوا رسالة المؤسسة. وتضيف أن الأفضل من ذلك أن يسألوا مسؤولًا في البرنامج العلمي عن أولويّات المؤسسة.

هناك العديد من الطرق للتعامل مع قضية التأثير الأوسع، إذا كان هذا هو ما تطلبه المؤسسة. وينصح هاكيت بالنظر إلى ما هو أبعد من المختبرات والجامعات. فعلى سبيل المثال.. قد يتحدث الباحثون إلى أولياء أمور الطلاب؛ لمعرفة ما يثير اهتمام أبنائهم بالعلوم، ويقومون ـ بناءً على ذلك ـ بتفصيل برنامج تعليمي. وقد يتحدث مهندس مع رموز صناعة محلية حول مخاوفهم المتعلقة بالبيئة؛ ليتوصل إلى طريقة لاستخدام الاختراعات الأكاديمية؛ من أجل حل مشكلاتهم.

وتقول ساكسون إنّ مسؤولي نقل المعرفة أو التكنولوجيا بالجامعات بإمكانهم مساعدة العلماء على بناء علاقات مع شركاء صناعيين. وهؤلاء الشركاء قد يلهمون العلماء بأفكار ذات تأثير، أو يتعاونون مع العلماء الأكاديميين لتنفيذ أنشطة مرتبطة بالتأثير. وتضيف ساكسون إن مسؤولي نقل المعرفة لديهم كذلك المقدرة على مساعدة العلماء على توليد أفكار، أو صياغة فقرات عن التأثير.

لقد سعى متقدمون لمنحة من مؤسسة المعاهد القومية الأمريكية للصحة ـ ينتمون إلى مجموعة العمل المجهري في جامعة إلينوي في أوربانا ـ إلى الحصول على مجهر مسح إلكتروني جديد، وضمّنوا طلبهم خطة لإشراك تلاميذ المدارس في المشروع. ونجحوا في الحصول على المنحة. ومنذ عام 1999، دَعا برنامج «بج سكوب» Bugscope الطلاب من كافة الأعمار حول العالم إلى إرسال عيِّنات من الحشرات، مع إعطائهم الفرصة للتحكم في المجهر عن بُعد لتَفَحُّص العيِّنات. يقول سكوت روبينسون، عالِم المجهر في تلك الجامعة: «نستخدم مجهر المسح الإلكتروني والحشرات كحصان طروادة، لجذب اهتمام الأطفال لإمكانية أن يختاروا العلوم كمسار مهني».

صياغة أسباب مقنعة

إن النجاح في إقناع الآخرين بأهمية المشروع يقوم على استهداف المستمعين المناسبين. فقد لا يكون المراجعون خبراء في المجال، وبعضهم قد لا يكونون علماء. وقد أضافت الجمعية الأمريكية لأمراض القلب في دالاس بتكساس هذا العام متطوعين عاديين إلى عملية مراجعة استمارات المنح، وذلك للمساعدة في العثور على الدراسات التي تتماشى مع رسالة الجمعية التي ترمي إلى تخليص المواطنين من السكتات الدماغية، وأمراض القلب، وتصلب الشرايين.

وتطالب بعض الوكالات الأخرى المتقدمين للحصول على المِنَح بكتابة ملخص بلغة غير متخصصة. يقول بيتري إنّ أهمية المقترح «يجب الإفصاح عنها للأشخاص الأقل خبرة في لجنة المراجعة».

كما يجب أن توضِّح استمارة التقديم فجوةً في المعرفة الحالية، يُخطِّط المتقدِّم لِسَدِّها. تقول جين أوبين، الرئيس العلمي في المعهد الكندي لأبحاث الصحة في أوتاوا: «أَخْبِرْنا ماذا سنخسره، إذا لم نموِّل هذا البحث». (انظر: *Nature* **482**, 429–431; 2012). تتذكر بوفير أحد عملائها الذي كان لديه مشروع في العلوم الأساسية حول تطوُّر الدماغ. لم يستطع الحصول على منحة إلى أنْ أشار في إحدى استمارات طلب المنح إلى أن الناس قد يصابون بأورام في تلك المنطقة من الدماغ التي أراد أن يتفحصها (انظر: «تميَّزْ عن الحشود»).

إنّ الإحصاءات ذات فائدة بلا شك. فمثلًا.. يودُّ كاشانشي أن يقرأ في استمارات المنح: «أكثر من 20 مليون شخص يتأثرون بهذا الشيء». كما تريد بوفير أن تُذهَل بقراءة أعداد مرعبة، وتقول: «إذا لم أتوقف لأقول: يا إلهي، هذا مفزع، فالاستمارة ليست جيدة الصياغة».

بشكل عام، فإن أساس تحديد مناحي التأثير هو فهم طريقة تفكير الآخرين، حسبما يوضح مارك ريد، الباحث البيئي في جامعة برمنجهام سيتي بالمملكة المتحدة، الحاصل على مِنَح تمويلية من اثنتين من المؤسسات التابعة لمجالس البحث العلمي البريطانية. وقد أنتجت أعماله فيديو موسيقي وكتابًا للأطفال حول أهمية الحفاظ على أراضي الخث (نسيج نباتي). ويقول: «الأمر يتعلق بأنْ تضع نفسك مكان أولئك الأشخاص الذين سوف يستخدمون نتائج أعمالك». ■

أمبر دانْس كاتبة حرة في تورانس، كاليفورنيا.

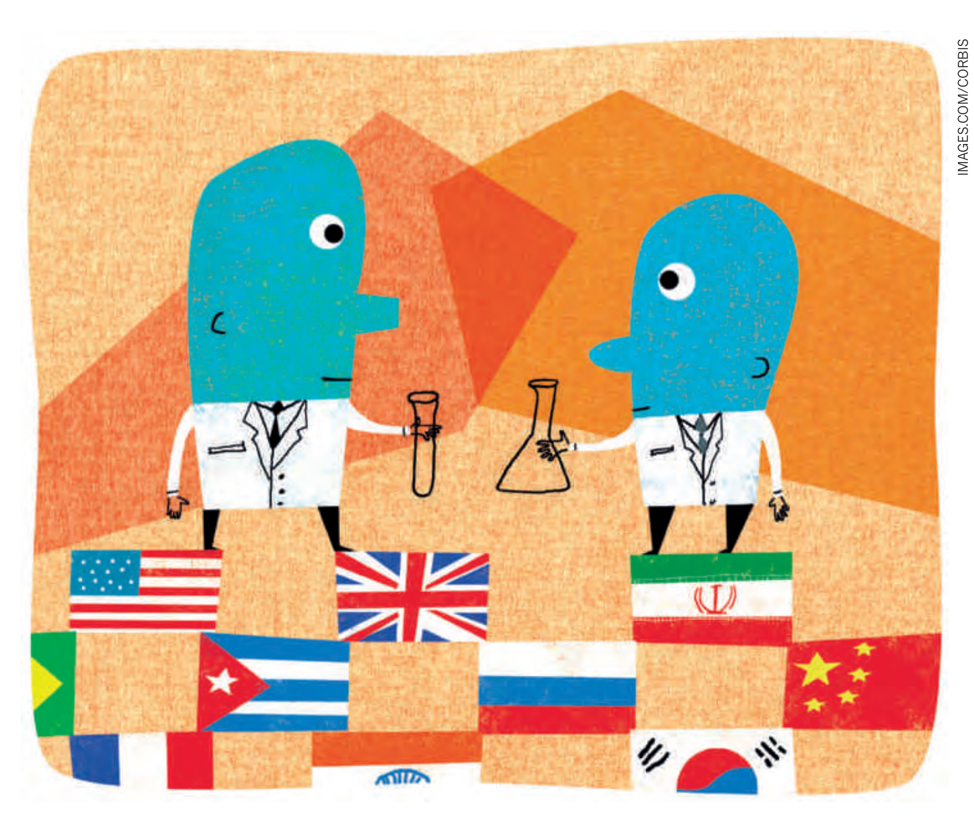
عامِل التأثير

تَميَّزْ عن الحشود

تتعامل كل وكالة مانحة مع قضيّتي (الأهمية البحثية)، و(التأثير الأوسع) بطريقة مختلفة. لذا.. تأكَّدْ من اتباعك لبعض التعليمات عندما تتقدم بطلب للمِنَح. وهذه بعض الإرشادات العامة:

- ابحثْ عن رسالة الوكالة المانحة، إذ يجب أن يتوافق اقتراحك مع أهدافها.
- استخدِمْ قواعد البيانات المتاحة على الإنترنت، مثل أداة «RePORTER» الخاصة بالمعهد القومي الأمريكي للصحة (http://projectreporter.nih.gov)؛ لمعرفة أنواع الأبحاث التي تموِّلها الوكالة.
- تَوَاصَلْ مع مسؤول البرنامج؛ لفهم نوعية التأثير التي تتطلع إليها الوكالة.
- الأهمية تبدأ مع سؤالك البحثي. تعامَلْ مع قضية مهمة، بدلًا من عرض تطويرات إضافية لموضوع ما.
- صِفْ أهمية البحث في بداية استمارة الطلب، واستمِر في دعم وجهة نظرك خلال كافة أجزاء الاستمارة.
- اجْذِبْ الانتباه إلى الجزء الذي تُعْتَبَر فيه المعرفة الحالية غير كافية، واشرحْ كيف تسعى إلى تصحيح ذلك.
- لا تفترضْ أن المراجعين سوف يفهمون أهمية بحثك. اجعلْ الأمرَ واضحًا، حتى للقراء غير المتخصِّصين.
- يجب أن تكون قادرًا على تلخيص التأثير في عدّة جمل قوية. كُنْ محدّدًا.. فجُملَةٌ مثل: «إنّ بحثنا سوف يساعد في تحسين صحة الأمريكيين» تعتبر عامة جدًّا.
- اذكرْ إذا كان بحثك يتعامل مع طبقة من المحرومين، مثل أشخاص يعانون من أوضاع اقتصادية سيئة، أو مجتمعات ريفية تفتقر إلى سبل الوصول إلى الرعاية الطبية. وإذا قررتَ أنْ تعاون مع أشخاص لم ينالوا نصيبهم من التمثيل في المجال العلمي، فعليك أنْ تذكر ذلك.
- عندما يصبح التأثير الأوسع أولويّة، ضَعْ في استمارة الطلب أكبر قدر من الأفكار الخلّاقة في الجزء المتعلق بالتأثير، تمامًا مثلما تفعل مع الجزء العلمي.
- اجتمِعْ مع أشخاص خارج تخصصك العلمي، وخارج المجال العلمي؛ من أجل القيام بعصف ذهني لأفكار متعلقة بالتأثير.
- ضَمِّنْ تكاليف أنشطة التأثير في استمارة مقترَح البحث.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


IMAGES.COM/CORBIS

جمعيات مهنية

منظمات التواصل العلمي

تساعد المنظماتُ العلمية الباحثين - خاصة في الدول النامية - على التواصل، وشحذ مهاراتهم.

كارين كابلان

كان عالِم البيئة هنري رومان في منتصف دراسته الثانية لأبحاث ما بعد الدكتوراة، حينما عثر ـ بطريق الصدفة ـ على موقع «الجمعية الدولية لصغار العلماء» WAYS، وذلك في عام 2006. قرأ رومان كيف أن الجمعية ـ التي كانت في تلك الأثناء لا تزال وليدة ـ تطوِّر شبكة عمل عالمية؛ لمساعدة الباحثين في بداية مسارهم المهني على تبادل معلومات الوظائف والمهن، وصياغة مجالات للتعاون، والترويج لأعمالهم. وبسبب افتتانه بالفكرة؛ قام بالتسجيل في الجمعية، لكنه ما لبث أن نسي الأمر برمّته.

بعد عدة أشهر، تلقَّى رومان بريدًا إلكترونيًّا من مكتب إقليمي للمجلس الدولي للعلوم في بريتوريا. لقد أرادت «الجمعية الدولية لصغار العلماء» أن تُنشئ فرعًا لها في أفريقيا، وكان اجتماعها هذا العام في بريتوريا، حيث كان رومان يعمل في مجلس جنوب أفريقيا للأبحاث العلمية والصناعية. وأراد قادة الجمعية دعوته إلى الاجتماع؛ فوافق.

حاليًا، يترأس رومان فرع الجمعية في أفريقيا. وهي مهمةٌ يجد لها وقتًا بين ثنايا وظيفته كمدير للخدمات والتقنيات البيئية في وزارة العلوم والتقنية في بريتوريا. ويقوم رومان بهذه المهمة بشغف.. فهو يحدِّد الاتجاهات الاستراتيجية للجمعية، ويُطلِق المشاركات ويتولّى إدارتها، ويعمل على جَمْع التمويل. ويؤكد أن اشتراكه في أنشطة الجمعية ساعده على بناء مهاراته، وزيادة شبكة أعماله المهنية بطريقة لم يكن يتصورها عندما كان طالبًا، أو في بداية عمله كباحث ما بعد الدكتوراة. حصل رومان على درجته العليا، وأكمل بحثه لما بعد الدكتوراة في بلده الأصلي (جنوب أفريقيا). لم يكن رومان قبل انضمامه إلى «الجمعية الدولية لصغار العلماء» يتفاعل مع أي شخص خارج البلاد، إلا نادرًا، لكنّ الجمعية أتاحت له التعرف بسرعة على زملاء دوليين. ومن خلال التعرف على هؤلاء، تلقَّى في عام 2009 دعوةً لحضور منتدى دولي للعلوم في بودابست، حيث التقى هناك بعالِم بيئة آخر من بريتوريا، تَبَيَّنَ أنه عضو في لجنةِ مراجعة الاستمارات في وزارة البحث العلمي، عندما تَقَدَّمَ رومان لشغل منصبه الحالي هناك. يقول رومان: «إنّ عضوية «الجمعية الدولية لصغار العلماء» «فتحت ليَ آفاقَ العالم».

يَجِد الباحثون في بداية مسارهم المهني أعذارًا كثيرة لعدم الاشتراك في أي منظمة علميّة. فالباحثون يقضون مئات الساعات أسبوعيًّا في المختبر، وليس لديهم وقت فراغ؛ كما أن لبعضهم زوجات، أو أبناء، أو حيوانات أليفة في المنزل، وبالتالي لا يكون في مقدورهم السفر لحضور اجتماعات. كما يسعى بعضهم بالفعل جاهدًا لبناء شبكة معارف، من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، والمؤتمرات (انظر: «مشكلة الإبقاء على الأعضاء»).

الالتحاق بالجمعيات والاشتراك بفاعلية في أنشطتها يمنح الباحثين الصغار العديد من المزايا.. فهو يساعد العلماء على توسيع وزيادة شبكة معارفهم؛ وهو ما يؤدي بدوره إلى أفكار بحثية جديدة، أو مجالات تعاون، أو إعداد أوراق بحثية، أو ربما الحصول على عروض عمل. كما يتعلم الأعضاء مهارات عديدة، مثل إلقاء الخُطَب، وجمع التمويل، وتنظيم الاجتماعات، والعمل في مجموعات خارج المختبر، واستكشاف ثقافات مختلفة. كما يتمكنون من توسيع فهمهم لسياسات العلوم محليًّا ودوليًّا. يقول رومان إنه تَمَكَّن ـ من خلال جمعية «الجمعية الدولية لصغار العلماء» ـ من تطوير منظور أدَّى إلى تحسين فُرَصِه في الحصول على منصبه الحالي بشكل كبير. ويضيف: «إنها تجبرك على طَرْق العديد من الأبواب».

عضوية لها فوائد

إن العائد الاجتماعي واضح: فأعضاء الجمعيات غالبًا ما يكوِّنون صداقات قوية، كما أن الاجتماعات السنوية تشهد لقاءات تشجِّع على التعارف والاختلاط، لكن المنظمات العلميّة ـ إلى جانب ذلك ـ تعود بنفع أكثر أهمية.. فبعضها ـ مثل «الجمعية القومية لباحثي ما بعد الدكتوراة» NPA الأمريكية في واشنطن دي سي ـ يركِّز على منافع معينة، مثل إعطاء نصائح حول فرص وتحديات التطور المهني. تقول لوريان تريسي ـ رئيس مجلس إدارة تلك الجمعية، ومسؤولة اتصال العلوم الطبية في شركة «تيفا» للمستحضرات الدوائية في تامبا بفلوريدا ـ إنّ عملها مع تلك الجمعية عندما كانت باحثة ما بعد الدكتوراة غيَّر من طريقة ممارستها للعلوم. توضِّح تريسي قائلة: «كنتُ أشارك في محادثات مع أشخاص خارج مختبري وقسمي، وأتحدث معهم حول أبحاثهم، وهذا أثراني بالمعلومات».

تقدِّم «الأكاديمية العالمية للشباب» GYA ـ التي تتخذ من برلين مقرًّا لها ـ مكافآت تركِّز على العلوم. فالمنظمة التي أُنشئت قبل ثلاثة أعوام تهدف إلى جمع الباحثين في بداية مسارهم المهني معًا؛ لإيجاد علاجات للتحديات الدولية، مثل: المياه الملوثة، والإمدادات الغذائية. وينسب برنارد سليبرس ـ وهو أحد الأعضاء المؤسِّسين «للأكاديمية العالمية للشباب» ـ الفضل إلى عمله السابق كرئيس مشارك وعضو اللجنة التنفيذية للجمعية في تمكينه من تحقيق إنجازات رئيسة في مساره المهني: مثل ترقيته ليصبح أستاذ الإيكولوجيا الميكروبية بجامعة بريتوريا، ودعوته إلى تايلاند لحضور اجتماع لبرنامج مشترك بين المؤسسة القومية للعلوم الأمريكية، والوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. كما أنه ينسب لأنشطته بالأكاديمية الفضل في مساعدته على إطلاق مشروع بحثي في الأنظمة الإيكولوجية الحديثة، وإمكانية الاستدامة: فقد التقي بشركائه المتعاونين معه خلال ورشة عمل شاركَت في تقديمها «الأكاديمية العالمية للشباب» ومجموعتان مشابهتان هما «أكاديمية شباب جنوب أفريقيا للعلوم» و«الأكاديمية الألمانية للشباب». ويقول سليبرس: «باعتباري عضوًا في ◄

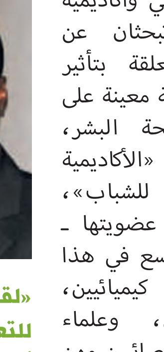
هذه المؤسسة العالمية، فقد ترك ذلك بصمةً عميقة الأثر على عملي ونتائجي».

لقاء وتحية

إن المختبرات والمؤتمرات غالبًا ما تكون دولية، لكنها لا تسمح دائمًا بالكثير من التفاعل بين ذوي التخصصات المختلفة، كما أنها لا تطالب الباحثين بلعب دور فعّال في تنظيم أو تصميم الأنشطة. وتتذكر فينيثا ثادهاني ـ العضو «بالأكاديمية العالمية للشباب»، والعضو المؤسس، وكذلك الرئيس الحالي لـ«أكاديمية سريلانكا للعلماء الشباب» في كولومبو ـ المجموعة الواسعة من العلماء الذين التقت بهم في الصين في عام 2008، خلال محادثات إطلاق الأكاديمية في منتدى سنوي. كانت ثادهاني ـ المُحاضِرَة البارزة في الكيمياء في جامعة سري جايواردنبورا ـ واحدةً من بين 43 عالمًا يمثلون 32 دولة في المنتدى. تقول ثادهاني إنه من خلال مثل هذه المناسبات «تبدأ في التعرف على ما يفعله الآخرون من العلماء الشباب المرموقين حول العالم، وتَطّلِع على أعمالهم في مختلف المجالات».

عندما يناقش الأعضاء أبحاثهم خلال اجتماعات، أو في مجالس الأحاديث الجانبية الجماعية «الدردشة»؛ تتبدّى أفكار جديدة. وفي إحدى الحالات، كانت ثادهاني وأكاديمية سريلانكا تبحثان عن خبرات متعلقة بتأثير مادة كيميائية معينة على البيئة وصحة البشر، فاتَّجَها إلى «الأكاديمية العالمية للشباب»، التي تضم عضويتها ـ الأكبر والأوسع في هذا المجال ـ كيميائيين، واقتصاديين، وعلماء سموم، وأخصائيين مهن طبية. وأوردت الأكاديمية هذا الأمر في نشرتها الإخبارية، وهو ما أدّى إلى إجابات من الأعضاء، احتوت على معلومات كافية؛ مَكَّنَت أكاديمية سريلانكا من كتابة مقالة سوف تُنشر على موقعها الإلكتروني، وفي صحف سريلانكية.

دوائر الاتصال ليست هي الأمر الوحيد الذي يصنع الفارق.. ففي بعض الأحيان تمنح عضوية الجمعيات رؤى حول طريقة عمل المؤسسات. يقول باتريك



«لقد منحتني فرصًا للتعاون مع علماء لم أكن لألتقي بهم في سياق عملي المعتاد»
باتريك آرثر

توپجب ـ أمين صندوق «المجلس الأوروبي لمرشحي الدكتوراة وصغار الباحثين» في بروكسل ـ إن وظيفته في المجلس ـ الذي يُعتَبَر بمثابة اتحاد لـ34 منظمة قومية ـ علّمته الكثير عن برامج التمويل الأوروبية.. وبالتحديد، تَمَكَّن مِن فَهْم خطة «هورايزون 2020»، التي تُعتبر الآلية الرئيسة لتمويل البحث العلمي في الاتحاد الأوروبي للفترة ما بين 2014 و2020، وكذلك مِنَح التنقل البحثي التي تقدمها مؤسسة «ماري كوري أكشنز». لقد فَهِمَ كيف تعمل هذه المِنَح، ومَنْ هم الأشخاص المؤهلون للحصول عليها، وكيفية تعزيز احتمالية الفوز بالمِنَح؛ وهو ما ساعده بدوره في إسداء النصح لطلاب الدكتوراة؛ وساعده على اتخاذ قرارات مستنيرة. يقول توپجب، وهو أستاذ مساعد للتمويل في جامعة أمستردام، وطالب دكتوراة في الاقتصاد المالي في جامعة تيلبرج في هولندا: «لَدَيَّ فَهْم أوضح لما سيتم خلال السنوات الخمس المقبلة».

بالنسبة إلى الآخرين، تقول تريسي إنّ «الجمعية القومية لباحثي ما بعد الدكتوراة» تقدِّم لأعضائها دعمًا معنويًّا واستراتيجيًّا. وقد انضمت إلى الجمعية؛ لتكون جزءًا من هذه الجهود. وتضيف قائلةً: «السبب وراء رغبتي في الاشتراك في ذلك هو رغبتي في ردّ الجميل». ولقد ساعدت تريسي وكالات التمويل الأمريكية على فهم أهمية التوجيه بالنسبة إلى باحثي ما بعد الدكتوراة. ونتيجة لأعمال «الجمعية القومية لباحثي ما بعد الدكتوراة»، أصبحت المؤسسة القومية للعلوم تطالب المتقدمين للحصول على مِنَح بتحديد خطة لمَنْ سيقوم بتوجيههم في أبحاث ما بعد الدكتوراة. كما عملت تريسي على زيادة رواتب باحثي ما بعد الدكتوراة في جائزة «روث ل. كيرشستين لخدمات البحث القومي» التابعة للمعاهد القومية للصحة الأمريكية، وهي الجائزة التي تعتمد عليها جامعات كثيرة لتمويل رواتب باحثي ما بعد الدكتوراة. تقول تريسي: «أشعر بالكثير من الرضا بسبب ذلك».

بناء العلاقات

إن عضوية الجمعيات العلمية العالمية مفيدة بشكل خاص للعلماء في الدول النامية. يقول باتريك آرثر، العضو في «الأكاديمية العالمية للشباب» ،وهو عالِم في الكيمياء الحيوية بجامعة غانا في أكرا: «لقد منَحتني فرصًا للتعاون مع علماء لم أكن لألتقي بهم في سياق عملي المعتاد». يعمل آرثر مع عالِم في الكيمياء التحليلية بمصر على دراسة تأثير رَشْح الألومنيوم في الأطعمة، نتيجة لطَهْوها في أوانٍ مصنوعة من هذه المادة، كما يعمل مع مجموعة في هولندا للحصول على مركّبات مفيدة طبيًّا من الفطر البري. ويشير إلى أن التعاون الدولي يزيد من فرص الباحثين في الحصول على مِنَح، ويؤدي إلى رؤية أفضل، وتأتي من خلاله دعوات كثيرة لحضور مؤتمرات مرموقة. وهذا بدوره يؤدي إلى المزيد من التعاون وفرص التمويل (انظر: «الانضمام»).

تتفق ثادهاني معه في ذلك، قائلة: «إنك تجد نفسك قد أصبحت تعرف الكثير عن المنح الدراسية، والجوائز، والمؤتمرات، وورشات العمل، إلى جانب الالتقاء بأشخاص يمكنك التعاون معهم». وتؤكد أن العضوية في جمعيات عالمية «تساعد في سَدّ الهوّة بين الدول النامية والدول المتقدمة».

تقول نيكولا وودوارد، الرئيس المشارك بلجنة «جمعية موظفي البحوث» البريطانية في كمبريدج:

مُشارَكة

مشكلة الإبقاء على الأعضاء

ليس من السهل الحفاظ على أداء الجمعيات عندما تكون عضويّاتها مؤقتة وقصيرة الأمد. إنّ أهمّ أولويّة لدى باحثي ما بعد الدكتوراة أو الباحثين المتعاقدين هي وظيفتهم القادمة، وهو ما يعني ـ في الغالب ـ أنهم ليسوا ملتزمين بعضوية أو قيادة أيٍّ مِن الجمعيات، حسبما تقول نيكولا وودوارد، العالِمة في معهد بحوث الغذاء في نورويتش بالمملكة المتحدة، والرئيس المشارك في لجنة «جمعية موظفي البحوث» البريطانية في كمبريدج.

تشير وودوارد إلى أن بعض أعضاء الجمعية يتجنبون الحديث عن المشاريع التي قد تستمر بعد إنهاء مهمتهم البحثية الحالية. وبانتقال الباحثين الصغار إلى مشروع بحثي جديد، أو إلى وظيفة ثابتة، يصبح من الصعب إدخال المزيد من الأعضاء وشَغْل المناصب الإدارية. وعندما تُترك المناصب الإدارية فارغةً؛ فإن هذا يؤثر بشكل سلبي على الفعاليّات والخدمات التي تُقدَّم إلى الأعضاء. كما أن وجود عدد قليل من الأعضاء يعني وجود عدد أقل من الزملاء لمقابلتهم، والتواصل معهم، وتبادل الأفكار.

وتصارِع «جمعية باحثي ما بعد الدكتوراة» الأمريكية في واشنطن دي سي كذلك من أجل إدخال أعضاء جدد، وتواجه صعوبات في الخدمات، حسبما يقول إيان بروكس، المسؤول الدولي بالجمعية، ومدير مكتب معلومات الطب الحيوي بجامعة «تينيسي هيلث ساينس سنتر» في ممفيس. ويعتقد بروكس أن بعض الأعضاء المحتملين يعرفون أن باحثي ما بعد الدكتوراة يَتَلَقَّون القليل من الاحترام في العديد من المؤسسات، ولذا.. فإنهم يمتنعون عن الانضمام إلى الجمعية؛ حتى لا يتم وَصْمهم بها. ويضيف: «إن هذه هي أكبر الصعوبات التي تلاقيها «الجمعية القومية لباحثي ما بعد الدكتوراة».

ويواجه التجمع الدولي لجمعيات موظفي البحوث عقبات مشابهة. هذا التجمع أنشئ في العام الماضي؛ ليكون مظلةً تَجْمَعُ مؤسسات مثل «جمعية باحثي ما بعد الدكتوراة»، و«جمعية موظفي البحوث» البريطانية. وبالرغم من وجود إطار دولي للأعضاء المحتملين، إلا أنّ التجمع الدولي ـ الذي يتخذ من مدينة كورك الأيرلندية مقرًّا ـ يواجه مشكلات في ضَمّ أعضاء جدد، حسبما يقول جوردون دالتون، باحث الزمالة في مجال اقتصاديات طاقة المحيطات بكلية جامعة كورك.

لقد أراد دالتون ـ الذي كان عضوًا فاعلًا في جامعته، وفي جمعيات موظفي البحوث القومية قبل إنشاء التجمع الدولي ـ أنْ يقدّم خدماته لتلك الجمعيات، لكنه يقول إنّ بإمكانه فعل ذلك فقط، لأنّ لديه عقد عمل بحثي لمدة سبع سنوات، قابلًا للتجديد. هذا.. وكثيرٌ من الباحثين لديهم مهمات أخرى متعددة، ويشعرون كأنّ كبيري الباحثين المشرفين عليهم يراقبون تحركاتهم. يقول دالتون: «بعض الناس يحضرون الاجتماعات، ويطلبون ألّا نخبر الباحثين المشرفين عليهم».

«الأمر كله يتعلق بتوسيع شبكات معارفك، وتكوين شبكات أخرى. ومجمل الاهتمام هو تشجيع الناس على التوسع في ذلك». ■

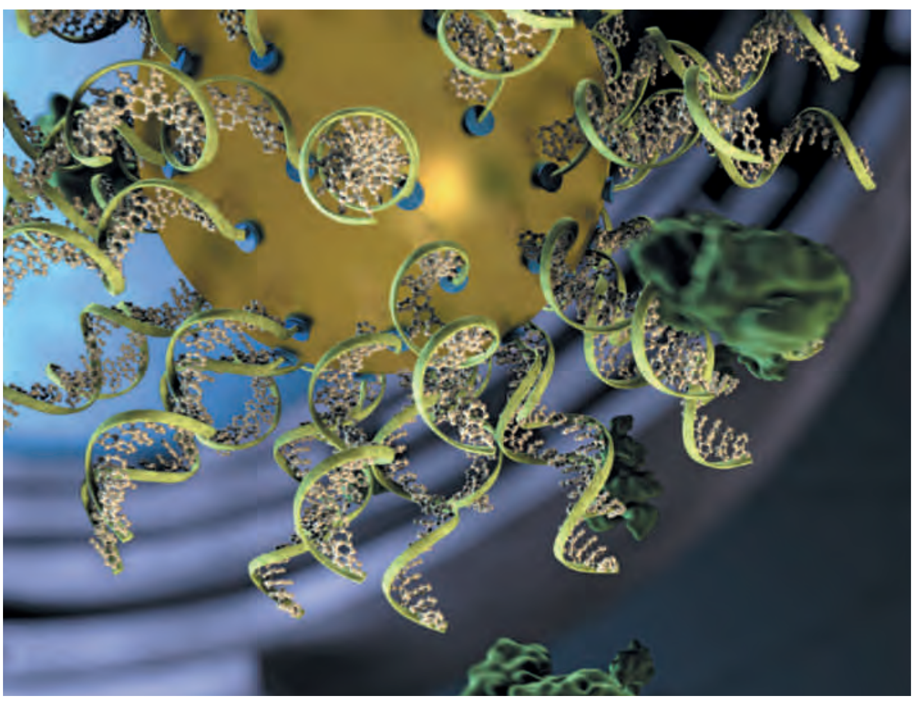
كارين كابلان محرِّرة بقسم (مهن علمية) في دوريّة «نيتشر».

بناء شبكات الاتصال

الانضمام

معظم الوظائف المهنية المتاحة للباحثين في بداية مسارهم المهني تطلب فقط أن تتوافر في الأعضاء معايير معينة، مثل كونهم باحثي ما بعد الدكتوراة في بلد معين، بينما تضع أخرى قواعدَ أكثر صرامةً.

- «الأكاديمية العالمية للشباب»، برلين: يتم اختيار الأعضاء بها طبقًا لتميُّزهم في مجالهم العلمي، والتزامهم بالمشاركة في حل المشكلات الدولية. وعلى الراغبين في العضوية التقدُّم بخطاب دعم من فرع الأكاديمية في بلادهم، أو مؤسسةٍ مكافِئة، أو من أرباب أعمالهم، أو من مؤسساتهم، أو من أي جهة مهنية أخرى.
- «الجمعية العالمية لشباب العلماء»: العضوية بها مفتوحة لأي عالِم في بداية مساره المهني يوافق على أهداف الجمعية، بما فيها الترويج للتميُّز، ومساعدة شباب العلماء في مِهَنِهم.
- «جمعية باحثي ما بعد الدكتوراة القومية الأمريكية»، واشنطن دي سي: الاشتراك فيها مفتوح ـ مع تباين في رسوم العضوية ـ لأي طالب دراسات عليا أو باحث ما بعد الدكتوراة من أي بلد، شريطة أن يؤيد مهمة الجمعية، المتمثلة في دعم تجربة العمل في أبحاث ما بعد الدكتوراة.
- «جمعية موظفي البحوث البريطانية»، كمبريدج: أيّ باحث بريطاني في بداية مساره المهني بإمكانه الانضمام إليها، والتفاعل عبر الإنترنت، أو المشاركة في الأنشطة، أو الاشتراك في المجموعة الاستشارية.
- «التجمع الدولي لجمعيات موظفي البحوث»، كورك، أيرلندا: العضوية به مفتوحة للباحثين في بداية مسارهم المهني، الذين ينتمون إلى أيٍّ مِن جمعيات موظفي البحوث في أي دولة عضو بالتجمع.
- «يورودوك»، بروكسل: يجب أن يكون الأعضاء فيها منتمين إلى إحدى جمعيات موظفي البحوث التي تُمثِّل مرشحي الدكتوراة، أو صغار الباحثين في دولة عضو في الاتحاد الأوروبي، أو المجلس الأوروبي. وإذا لم يكن ببلادهم مثل هذه الجمعيات، فبإمكان كل باحث من الباحثين الانضمام بصفة (مُراقِب).



عرض متحرِّك على الحاسوب، يوضح نشاط جسيمات تسمَّى الأحماض النووية الكرويّة.

Q. ANDERSON/C. MIRKIN

عمـود

عروض متحرِّكة للعلوم

يشرح **كوينتين أندرسون** كيف أنّ فَهْم الباحثين لدور المواد المرئية في توصيل الأبحاث من شأنه أن يساعد العلماء على الاستفادة القصوى من تلك التقنية.

أستطيعُ أنْ أساعد العلماء ـ بصِفَتِي مُصَمِّم عروض متحركة ـ على نشر أفكارهم عبر مجتمع البحث العلمي، ورفع الوعي بأعمالهم، واجتذاب التمويل. وخلال آخِر مشروعاتي، أدركتُ أن العديد من العلماء بإمكانهم الاستفادة من المزيد من المعلومات؛ ليوظِّفوا العروض المتحركة بأقصى إمكاناتها.

كان عميلي هو تشاد ميركين، مدير المركز الدولي لتقنية النانو في جامعة نورث ويسترن في إفانستون بإلينوي. أراد ميركين عرضًا متحركًا ينقل مشاهديه إلى المستوى الجزيئي الدقيق؛ ليلقوا نظرة على خصائص «الأحماض النووية الكرويّة» SNAs؛ وهي جسيمات نانويّة يتم تطويرها وإجراء الأبحاث عليها في مختبره. كانت هذه هي المرة الأولى التي ينتج فيها رسومًا متحركة. فقد أراد ميركين أن يعرف طبيعة دوره، وكيف يمكن الإبقاء على جذب انتباه المشاهدين، وكيف يمكنهم التواصل من خلال ذلك الموضوع العلمي بدقة ووضوح.

إن بعض النصائح الأساسية تساعد على إزالة الغموض حول العروض العلميّة المتحركة، وتسمح للعلماء بالاستفادة القصوى من هذه الأداة قوية التأثير.

الخطوة الأولى هي كتابة نَصٍّ يصف المفاهيم والأفكار التي يأمل الباحث في توضيحها وتوصيلها، ثم يبدأ الباحث ـ منفردًا، أو بالتعاون مع مصمِّم الرسوم المتحركة ـ بإعداد موجز للموضوع العلمي، ثم يقوم بتقسيم الموجز إلى مَشاهد، يستخدمها كدليل لكتابة التعليق الصوتي. وعلى سبيل المثال:

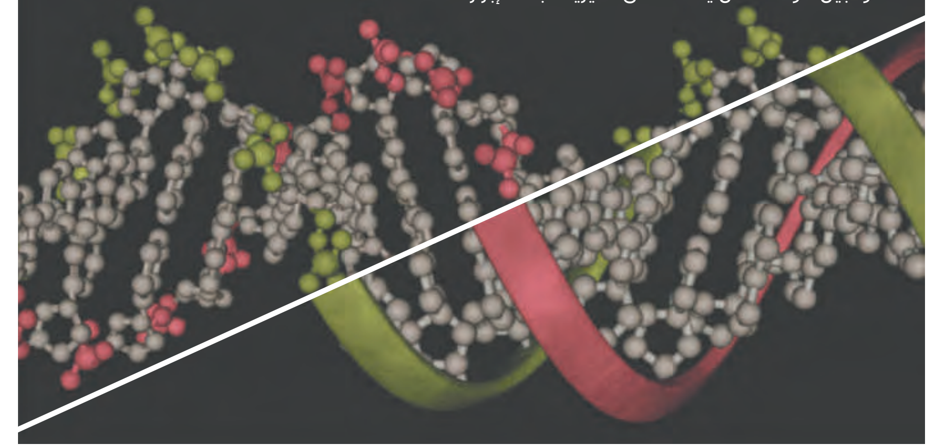
المشهد 1 من الموجز: تعريف الأحماض النووية الكروية.
التعليق الصوتي: تتكون الأحماض النووية الكروية من أحماض نووية مُكدَّسة شديدة التخصص، متراصّة بشكل اعتيادي على سطح الجسيم النانوي.

يجب أن يكون التعليق الصوتي موجزًا. وتختلف الفترة الكلية التي يستغرقها العرض المتحرك، لكنْ بشكل عام.. يستغرق الفيديو الذي يشرح فكرةً أو افتراضًا بحثيًّا ما بين دقيقتين وأربع دقائق. وفي المعتاد، يتكلم المُعلِّق ما بين 125 و130 كلمة في الدقيقة. لذا.. فإن عرضًا متحركًا مدته ثلاث دقائق لن يتضمن أكثر من نحو 400 كلمة من التعليق الصوتي. وقد يستغرق إعداد عرض من ثلاث دقائق ما بين أسبوعين وأربعة أسابيع، على حسب الوقت الضائع بين كل مراجعة وأخرى.

بناء السياق

يجب أن يذكر التعليق الصوتي فوائدَ أو تأثيرات هذه المادة العلمية، بحيث يستطيع المشاهدون أن يبنوا ارتباطًا بالمحتوى. ولنأخذ مثالًا لعرض متحرك افتراضي عن الإنسولين ومُستقبِلات الإنسولين. النص الذي يشرح ببساطة العلاقة بين هذه الجزيئات، بدون ذِكر أهمية التفاعل بينهم، قد يكون على هذا النحو:

المشهد 1 من الموجز: شرح للعلاقة بين الإنسولين، ومُستقبِلات الإنسولين
التعليق الصوتي: يؤدي الارتباط بين الإنسولين ومُستقبِلاته إلى توالي الإشارات داخل الخلية، وهو ما يعمل على زيادة تخزين الجلوكوز داخل الخلايا. ويؤدي فشل الإنسولين ◄



مقاربة بصرية

النموذج الشريطي المستخدَم في الشكل اللولبي (على اليمين) يوضح شكل الجزيء ومحيطه. ونموذج الكرة والعصا المستخدَم في الشكل اللولبي (على اليسار) يبرز ذرات الجزيء، والروابط الكيميائية بينها. وتحديد أيّ النموذجين هو الأفضل يعتمد على ما يريد الباحث إبرازه.

Q. ANDERSON

في الارتباط بمستقبِلات الإنسولين إلى منع الامتصاص الخلوي للجلوكوز.

ولكي يكون التعليق الصوتي أكثر جذبًا؛ يجب أنْ يصف كيف يؤثر تفاعل تلك الجزيئات على الصحة:

مشهد 1 من الموجز: العلاقة بين الإنسولين، ومستقبلات الإنسولين يتم شرحها في سياق مرض السكري.

التعليق الصوتي: يؤدي الارتباط بين الإنسولين، ومستقبلاته إلى توالي الإشارات داخل الخلية، وهو ما يعمل على زيادة تخزين الجلوكوز داخل الخلايا. وإذا فشل الإنسولين في الارتباط بمستقبلاته؛ فعندها لا تمتص الخلايا الجلوكوز؛ ويرتفع مستوى السكر في الدم، وهو ما تَنتج عنه الأعراضُ المرتبطة بمرض السكري.

ومثلما هو الحال عند إنتاج أي وسيلة إيضاح في مجال العلوم، يجب أن يُوضع في الاعتبار الخلفية العلمية للمشاهدين ومستوى تعليمهم. لقد كان العرض المتحرك الخاص بميركين يستهدف مشاهِدين بمستوى فهمٍ للكيمياء والأحياء يعادل مستوى الدراسة الجامعية. لذا.. استخدم ميركين لغة الأحياء لوصف كيف تدخل الأحماض النووية الكرويّة إلى الخلايا، قائلًا: «إن الكثافة العالية للأحماض النووية تؤدي إلى تفاعلات مع البروتينات الكاسحة المحيطة بالغشاء. وكنتيجة لذلك.. يتم امتصاصها من خلال الابتلاع الخلوي».

وقد استخدم ميركين لغةً غير متخصصة خلال مقابلة مع موقع (thegoodstuffshow.com)، وهو موقع إلكتروني يطوِّر فيديوهات معلوماتية عن الظواهر العلمية، تُخاطب الأشخاص العاديين. وقال ميركن: «بإمكانك أن تغذي الأحماض النووية الكرويّة مباشرةً إلى داخل الخلية، وتقوم الخلايا بامتصاصها». لذا.. فإن تحديد الجمهور المستهدَف بدقة قبل كتابة النص أمرٌ مهم للغاية.

طريقة عمل النماذج

بعد الانتهاء من إعداد النص، يتعاون العالِم مع مصمِّم الرسوم؛ من أجل نقل تصوُّراته إلى الواقع. وتزداد فرص التفاعل والتعاون البنّاء بشكل كبير، إذا كان الباحث يفهم كيفية توظيف عناصر الرسوم المتحركة، مثل النماذج والألوان؛ من أجل توصيل العلوم بشكل فعّال.

يقوم مصمِّم الرسوم المتحركة ببناء نماذج؛ لتحويل الوقائع إلى صورة مرئية. وتساعد الأنواع المختلفة من النماذج على بث الحياة في جوانب مختلفة من البيانات، أو ملامح مختلفة من المكونات المستخدَمة. فعلى سبيل المثال.. تُعتبر النماذج الشريطية فعّالة لتوضيح أشكال الجزيئات الكبيرة ومحيط الأشكال. أما نماذج الكرة والعصا، فهي تُبرز ذرات الجزيء والروابط بينها. ويعتمد تقدير أيّ النماذج مناسب أكثر على نوعية الخصائص التي يرغب الباحث في إبرازها (انظر: «النهج البصري»).

على سبيل المثال.. في العرض المتحرك الخاص بميركين، تطلّب تصميم جدائل صغيرة من الحمض النووي والحمض النووي الريبي ـ الأوليجونوكليوتيدات ـ استخدام كلا النموذجين؛ الشريطي، والكرة والعصا. ولِجَعْل التعرف على الأوليجونوكليوتيدات سهلًا، أراد ميركين أن يبدو هيكلها بشكل لولبي، وهو شكل مرتبط عمومًا بالأحماض النووية. لذلك.. استخدمنا نموذجًا شريطيًّا.

> «العروض المتحركة ليست ممتعة فحسب، لكنها أيضًا مؤثِّرة بشكل لا يُصَدَّق».

هذا.. ولم يكن النموذج الشريطي مناسبًا لعرض القواعد المتصلة بالهيكل الأساسي. فقد جعلها تبدو وكأنها لوحٌ مسطَّح، وهو ما تَسَبَّب في صعوبة التمييز بين السايتوسين، والأدينين، على سبيل المثال. وللتفرقة بين تلك القواعد، قمنا بتمثيل ذراتها بشكل كرات، وجعلنا الروابط بين هذه الذرات في شكل عِصِيّ.

في حالات أخرى، عندما لا يكون التركيز مُنْصَبًّا على الروابط الكيميائية والذرات، ولكنْ على المساحات التي تشغلها الذرات، أقوم بعرض الذرات باستخدام نموذج «ملء الفراغات»، وهو النموذج الذي تظهر فيه كل ذرّة كأنها كرة متصلة بعقب الذرة الأخرى. وهذا يُصوِّر الجُزَيْء كأنه جسم صلب، ذو سطح غير مستوٍ.

أبْقِهِ مُبَسَّطًا

دائمًا ما أحث عملائي على أن يتذكّروا أن النماذج تبسِّط البيانات التي تمثِّلها. وإذا كان النموذج لا يعبِّر عن المادة العلمية بشكل مناسب، فعلى الباحث أن يتعاون فكريًّا مع مصمِّم الرسوم؛ للخروج بالعرض الأكثر ملاءمة.

وبالرغم من تعدُّد أشكال الجزيئات ومحيطها، إلا أنها ليست لا نهاية لها. وبإمكان برامج الحاسوب إنشاء نماذج متنوعة، لكنّ كل واحدة منها تستهلك موارد الحاسوب، ولذا.. يصعب عرض المَشاهد التي تتضمن آلاف الأشياء، خاصةً إذا كانت هذه النماذج مفصلة للغاية. فالدهون ثنائية الطبقات ـ على سبيل المثال ـ مشهورة بصعوبة صناعتها، لأنها تحتوي على مئات الآلاف من الجزيئات الدهنية.

أحيانًا ما يتم التضحية بالدقة العلمية، فعلى سبيل المثال.. يزدحم حيز الخلية بالبروتينات، لكن إذا تم عرض ذلك، فإن تصوير حدث واحد في الخلية يصبح صعبًا. لذلك.. عادةً ما يُترك هذا الحيز فارغًا في العروض المتحركة، حتى يتسنى عرض الوقائع البيوكيميائية التي يركِّز عليها التعليق الصوتي بشكل أوضح. كما يتم تجاهل أو تقليل الحركة البراونيّة ـ وهي الحركة العشوائية للجسيمات الناتجة عن اصطدام الجزيئات ـ إذا كانت تعوق مطالعة الموضوع العلمي. إن العروض المبسَّطة قد لا تكون دقيقة بشكل كامل، لكنها تساعد على توصيل المادة العلمية بوضوح في وقت قصير.

مؤثرات فنية

بإمكان الألوان والموسيقى أن تُدعِّم التفاصيل العلمية، فعلى سبيل المثال.. من شأن اختيار مخطَّط ذي ألوان معبِّرة أن يساعد المُشاهِد على فهم مشهد معقَّد. فخلال عرضه لقَطْع عرضي لبكتيريا *Escherichia coli*، قام ديفيد جودسيل - رائد الإيضاحات الجزيئية في معهد سكريبس البحثي في لاجولا بكاليفورنيا - بترميز الجزيئات باستخدام الألوان؛ من أجل تحديد الأجزاء الوظيفية المختلفة للخلية. من المهم جدًّا أنْ تتقدّم بحذر؛ لتجنُّب الالتباس.. فعلى سبيل المثال.. إذا أُعطيت البروتينات السيتوبلازمية في القطْع العرضي للإيكولاي اللون نفسه لبروتينات المحيطة بالغشاء؛ كان سيصعب تمييز هذه الأجزاء عن بعضها البعض.

الموسيقى تجعل العروضَ المتحركة أكثر تفاعلًا. فقد قام مختبر «بيوفيجنز» BioVisions - وهو مختبر للوسائط المتعددة في جامعة هارفارد بكمبريدج في ماساتشوستس - بإضافة معزوفة بيانو محرِّكة للمشاعر إلى عرض متحرك يسمَّى «الحياة الداخلية للخلية». وفي رأيي، لم يكن الهدف من الموسيقى هو الإمتاع فقط.. فهذا اللحن المتكرر عَكَسَ الدورات الإيقاعية للعمليات الخلوية، وهو ما أثرى الإحساس بأنّ هذه العمليات قابلة للفهم، ومتكررة بشكل أبدي. وعملت الارتفاعات التدريجية في صوت الموسيقى (الكريسندو) على إبراز روعة هذه العمليات العِلمية الأساسية. هذه الموسيقى - الحائزة في عام 2006 على جائزة «تيلي» لأفضل تأليف موسيقيّ لفيلم أو فيديو ليس للبث - ساعدت المشاهدين على الانغماس في عالَم ما بداخل الخلايا، كما ساعدتهم على تكوين انطباع دائم في أذهانهم.

أحيانًا ما تتسبب الموسيقى في تشتيت المشاهدين عن هدف العرض المتحرك. وجدير بالذِّكر أنّ نقول إنّ معرفة جمهورك هي المفتاح. فلقد قام مختبر «بيوفيجنز» بعمل نسخة من «الحياة الداخلية للخلية»، يقوم فيها مُعلِّق صوتيّ بوصف العمليات داخل الخلايا الموَضحة في العرض. لم تُصَاحِب هذه النسخة أي موسيقى، وهذا لسبب مهم: فقد يصبح العرض مُشتِّتًا لطالب - على سبيل المثال - يَستخدِم العرض المتحرك في الإعداد لاختبارٍ في علم الأحياء الخلوي. لذا.. يجب على العلماء وصنّاع الرسوم المتحركة أن يحدِّدوا أهداف العرض، ومشاهديه؛ لمعرفة ما إذا كانت الموسيقى مفيدةً، أم معوِّقة.

إن العروض المتحركة ليست ممتعة فحسب، لكنها أيضًا مؤثِّرة بشكل لا يُصَدَّق. ومن خلال صياغة نص جذّاب ومناسب للجمهور، وإعطاء صانع الرسوم تعليقات ملائمة، بإمكان العلماء تحويل أبحاثهم إلى ما هو أكثر من الحقائقَ والأرقامِ والاختصارات.. بإمكانهم تحويلها إلى قصة بصرية جذّابة. ■

كوينتين أندرسون المدير الإبداعي لشركة «سِيجَل» Seagull في ميدلاند، تكساس.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نـقـطـة تحـوُّل

مـارك ماثـيــوز

في يونيو الماضي، فاز تطبيق الهواتف الذكية «إيقاع الحالة المزاجية» MoodRhythm ـ المُصمَّم لتعقُّب أنماط النوم، والروتين الاجتماعي من أجل تحسين الصحة العقلية للمصابين بالاضطراب ثنائي القطب ـ بـ100 ألف دولار أمريكي في مسابقة «هيريتدج المفتوحة للصحة العقلية» Heritage Open mHealth Challenge، للتطبيقات التي تساعد المرضى والأطباء على التحكم في الأمراض المزمنة. ومُخترع البرنامج عالِم متخصِّص في مجال المعلومات، يُدعى مارك ماثيوز، من جامعة كورنيل في إثاكا بنيويورك.

كيف انتهى بك المطاف للعمل في مجال تكنولوجيا تحسين الصحة العقلية؟

بعد حصولي على شهادة في اللغة الإنجليزية من ترينيتي كوليدج في دبلن، قمت بتدريس اللغة الإنجليزية في باريس لمدة عام. ورأيت أنه سيكون بالإمكان في وقتٍ قريب تطوير تطبيقات تعمل على الويب، يمكنها أن تجمع بين اهتمامي بالألعاب الإلكترونية والحواسيب مع تطبيقات أكثر عملية. لذا.. ذهبت إلى جامعة دبلن سيتي، ودرست رسالة ماجستير في تكنولوجيا الوسائط المتعددة والاتصال. عملتُ هناك على برنامج «سافانت» الذي يوظّف الوسائل البصرية والسمعية والرسوم ثلاثية الأبعاد من أجل وصف شعور مرضى التوحد. وفاز فريقي بجائزة «يوروبريكس ملتيميديا» في 2003. وكانت هذه بداية إنجازاتي في مجال الصحة العقلية.

كيف أهّلَك هذا للحصول على درجة الدكتوراة؟

أدركتُ أن مشكلات الصحة العقلية موصومة بشكل لا يُصدَّق، وهو ما يجعل الناس يمتنعون عن طلب المساعدة الطبية. وتتيح التكنولوجيا للناس الحفاظ على الخصوصية، وحفظ ماء الوجه، والتحكم في علاجهم، لكن ما أقنعني بدراسة دكتوراة عن التفاعل بين الإنسان والحاسوب، هو التمويل الذي حصلتُ عليه من مؤسسة التعليم العالي في أيرلندا، ومؤسسة «فودافون» في نيوبري بالمملكة المتحدة. قمتُ باختراع لُعبة إلكترونية، تهدف إلى اجتذاب المراهقين للعلاج. فغالبًا ما يشعر المراهقون بعدم الارتياح في الحديث إلى الغرباء. وقمتُ أنا وفريقي بإنشاء لعبة ثلاثية الأبعاد، تسمح للمراهِق ولمُعالِجِه بالاستمرار في الحوار حول القضايا الشخصية، بدون الحاجة إلى التواصل البصري، وهو ما كان عاملا مهمًّا في النجاح. فالمراهق يستخدم الصور الرمزية خلال تلك اللعبة العلاجية، بينما يراقبه الطبيب المُعالِج.

كيف تحدِّد ما يحتاجه الأطباء؟

إن وظيفتي هي أنْ أتَبَيَّن شعور مَنْ يخضع للعلاج مِن مرض الاكتئاب. نحن نحرص على إشراك الأطباء النفسيين في الاجتماعات التي نعقدها أثناء إنشاء اللعبة، وأنا أقوم بلعب دور المريض. أحتاج إلى ذلك.. لمساعدتي على فهْم كيف أصنع تكنولوجيا متطورة تفيد في العلاج.

هل كان الحصول على منصب بحثي صعبًا بالنسبة لك؟

في يناير 2012 وجدتُ نفسي أمام مفترق طرق. كنت قد تقدمتُ للحصول على منصب مُحاضِر في جامعة كلية دبلن، وتقدمتُ كذلك للحصول على زمالة ماري كوري في جامعة كورنيل. وفي أسبوع واحد جاءتني الموافقة على كلٍّ من المنصب والزمالة. كان عليَّ أنْ أختار ما بين منصب لمدة خمس سنوات في دبلن ـ حيث تعيش عائلتي، لكنّ البلاد تمر بفترة ركود اقتصادي شديد ـ وبين فرصة للعمل في الولايات المتحدة، وقد تبيَّن أنها فرصة لا تُرفَض، لكن للأسف، هذا يعني أنني أبتعد عن زوجتي وأبنائي الصغار لفترات طويلة.



وكيف استطعتَ الحصول على منصبك في جامعة كورنيل؟

في العام الذي سبق تقديمي لطلب الحصول على الزمالة، كنتُ قد تواصلت مع جيري جاي، رئيس مختبر التصميمات التفاعلية، وكان يعمل على تطوير طرق لرصْد الحالة المِزاجية. تواصلنا عبر سكايب عدة مرات؛ لمناقشة اهتماماتنا المتبادلة. وحالما حصلت على الزمالة، جئتُ إلى كورنيل. وسارت الأمور بشكل رائع. ونقوم حاليًّا بتطوير طرق لاستخدام الهواتف الذكية في اكتشاف الإجهاد الصوتي، أو أنماط النوم. إنّ إحدى أفضل مزايا مجيئي إلى الولايات المتحدة هي إمكانية العمل مع أشخاص يُعتبَرون روّادًا في هذا المجال.

كيف ستنشئ مختبرًا عندما تعود إلى دبلن؟

أنا واثق مِنْ أنني لن أتراجع في مساري المهني، لكنني أحلم بأنْ يكون لديّ مختبر أبحاث ومشروع تجاري. لقد بدأت بالفعل أفكر في كيفية تجميع الأموال لإنشاء مختبر. والآن، وبما أن تطبيق «إيقاع الحالة المزاجية» قد فاز في المسابقة المفتوحة للصحة العقلية، فأنا أبحث عن طريقة لتسويق هذا البرنامج، واستخدام المال للتوسع في أنشطتي. كما أنني أقوم باستكشاف الجمعيات الخيرية، وأمضي وقتًا في بناء سبل تعاون طويل الأمد بين الباحثين في ترينيتي كوليدج، وكورنيل، وجامعة بيتسبرج في بنسلفانيا. وليس لديَّ أدنى شك في أنّ الأمر لن يكون صعبًا، لكنني سأجد طريقة للقيام بأبحاث قوية التأثير، وعالية الجودة. ■

أجرت الحوار فيرجينيا جوين

إسبانيا

إجراءات مثبِطة للتنقل

كشفت دراسة مَسْحِيّة أنّ العلماء الذي يتنقلون بين البلاد، أو بين عدة مجموعات بحثية خلال أبحاث ما بعد الدكتوراة، يحصلون على تثبيت في العمل في الجامعات الإسبانية بعد فترة أطول ـ تزيد بنحو تسعة أشهر ـ عن أولئك الذين يبقون دون تنقُّل، حسبما تشير الدراسة (L. Sanz-Menéndez *et al*. *PLoS ONE* **8**, e77028; 2013). وقام مؤلفو الدراسة بمسح لنحو 1260 عالِمًا ومهندسًا أكاديميًّا حصلوا على تثبيتٍ في الفترة ما بين 1997 و2001 في جامعات حكومية بإسبانيا. يقول لويز سانزمينينديز، مدير معهد السلع العامة والسياسات، التابع للمجلس القومي للبحوث في مدريد: «للتمكن من التثبيت في العمل خلال أقل من 5 سنوات ـ وهو متوسط الدراسة ـ ينبغي على الباحثين في مطلع مسارهم المهني بإسبانيا أن يبقوا في الجامعة التي حصلوا منها على منحة الدكتوراة». ويضيف: «هناك مثبطات للأشخاص الذي يتنقلون كثيرًا»، لكنه أشار ـ في الوقت نفسه ـ إلى أن التنقلات التي تحدث بتوجيه صريح من المستشارُ الجامعي ليس لها تأثيرات سلبية في هذا السياق.

مِنَح

تنبؤات غير دقيقة

كشفت دراسة مَسْحِيّة أن محكمي طلبات الحصول على المِنَح في علم الأحياء، المقدَّمة إلى «المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم»، لا يتوقعون بشكل دقيق نجاح المشروعات التي ينظرونها. وحسب الدراسة (S. M. Scheiner and L. M. Bouchie *Front. Ecol. Environ*. **11**, 406–407; 2013) فإن تقييمات المراجعين ـ إلى جانب ترتيبهم لـ41 مشروعًا في البيولوجيا البيئية حاصلًا على تمويل من قِبَل المؤسسة القومية للعلوم في 2002 ـ لم تكن متصلة بمعايير الإنتاجية، ومن بينها عدد مرات النشر في نشرات علمية حتى عام 2012، ومتوسط عدد الاستشهاد بالأبحاث في العام، لكنّ المراجعين يضيفون قيمةً باستبعادهم للمشروعات المقترَحة المعيبة، واقتراح تحسينات لها، حسبما يقول ساموبل شينابر، المشارِك في الدراسة، ومدير أحد المشروعات في قسم البيولوجيا البيئية بفرع «المؤسسة القومية للعلوم» في آرلينجتون بولاية فيرجينيا.

طلاب

استشارات واقعيّة عبر الإنترنت

يقدِّم موقعٌ إلكترونيّ، تم إطلاقه في أكتوبر 2013، استشارات شخصية مجانية؛ لمساعدة مَنْ يريد أن يدْرس في أوروبا. فبإمكان مستخدمي موقع «إديو كوتش» EduCoach (www.phdportal.eu) التواصل مع آخرين، من خلال محادثة للحصول على المشورة حول 2500 برنامج دكتوراة في 950 جامعة عبر 40 دولة. وتتطرّق موضوعات النقاش إلى اختيار برنامج الدراسة، والحصول على تأشيرة الدخول إلى البلد «الفيزا»، والتقديم، وترتيبات المعيشة، واللغة والتحديات الثقافية. ومن المقرَّر أن يتيح موقع «إديو كوتش» لمستخدميه محادثات الفيديو في العام القادم، حسبما تشير سيسي بوتشر ـ مديرة المشروعات في شركة «ستادي بورتالز» StudyPortals ـ التي تتولى تطوير الموقع بتمويل من المفوضية الأوروبية، وهي شركة مقرها في إيندهوفن بهولندا.

مسرد المصطلحات العلمية

Brain wiring
الممرات العصبية بالدماغ



La Niña
ظاهرة انخفاض درجة حرارة سطح مياه المحيط عند خط الاستواء

Multituberculates
لانابِيّات (حيوانات منقرضة، شبيهه بالقوارض) ـ متعدِّدات الدّرنات

Peatlands
أراضي الخُثّ (الفحم الحجري الذي لم يكتمل تَحَوُّله إلى كربون).

THINKSTOCK

A

Ablation	اِستِئصال
Achillea millefolium	زهرة الألفيّة
Adaptive optics system	نظام المواءمة البصرية
Adenovirus early region 1A (E1A)	جين نسخ الفيروس الغُدّي E1A
Advanced non-small-cell lung cancer	سرطان الرئة المتقدِّم للخلايا غير الصغيرة
American Geophysical Union (AGU)	اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي
Amyloid plaques	ترسبات أميلويد بيتا خارج الخلية في المادة الرمادية في أدمغة المرضى
Analogue	نظير
Aneuploidy	اخْتِلال الصِّيغة الصِّبْغِيَّة (الكروموسوميّة)
Angiogenic	مولد للأوعية
Antiport	تَبادل مُتَعَاكِس (آلية تبادل مركبين عبر الغشاء باتجاهين متضادين)
Apoptosis	الموت الخلوي المبرمج
Arcsecond	ثانية قوسيّة
Asphodelus aestivus	البَرْوَق الصيفي
Astronomical unit	وحدة فلكية
Audiovisual equipment	الأجهزة الصَّوْتُمَرْئِيّة
Azimuthal Quadrant	رُبْع سَمْتي

B

Bacteriophage tail spike	شوكة (نتوء) ذيل العاثية البكتيريّة
Bacteroidetes	شعبة البكتريا العصوية
Biohackers	قراصنة علم الأحياء
Biomimetics	علم محاكاة الطبيعة
Blastema	خلايا مولِّدة
Brain wiring	المرات العصبية بالدماغ
Byssus thread	خيوط تثبيت الرخويات بالصخور

C

Caecilians	برمائيّات ثعبانية
Celestial objects	أجرام سماوية
Cell lineage	سلالة الخلية
Checkpoint inhibitors	مثبطات التحقق
Chemoradiotherapy	المُعالَجَة الكيميائية الإِشْعاعِيَّة
Chronobiology	بيولوجيا الإيقاع الزمني
Chrysalises	الشرانق
Chytridiomycosis	مرض فطري يصيب البرمائيات
Cisgenesis	تَحَوُّر وراثي داخلي
Clade	فرع
Clonal interference	التداخل النَّسيلي
Combination therapy	علاج مركب
Comparative genomics	علم الجينوم المقارن
Connectomics	خريطة التشابكات العصبية
Control expirement	التجربة الضابطة

D

Daguerreotype	تصوير داجيري
Decellularization	تجريد الخلايا
Dehydratase	إنزيم نازع للماء
Dendrograms	رسم بياني شجري الشكل
Diffuse large B-cell lymphoma	سرطان الغدد الليمفاوية للخلايا البائية الكبيرة المنتشر
DNA microarrays	رقائق الحمض النووي الصغيرة
Doppler shift	انزياح دوبلر
Dot chromosome of Drosophila	الكروموسوم النُقطي لذبابة الفاكهة
Dye-sensitized solar cells	الخلايا الشمسية الصبغية
Dyslipidaemia	فَرْط شَحْمِيَّات الدَّم

E

El Niño	ظاهرة الارتفاع المفاجئ في درجات حرارة مياه المحيط
Encephalopathy	اعتلال دِماغِيّ
Enzyme engineering	هندسة الإنزيمات
Exozodiacal dust	غبار كواكب خارج المجموعة الشمسية
Extracellular matrix	السائل الخلوي الخارجي
Extrasolar planet	كواكب خارج المجموعة الشمسية

F

Facelift forceps	مقص عمليات التجميل
Facilitated adaptation	التكيف المُيَسَّر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Fibroblastic reticular cells (FRCs)	خلايا أَروميَّة لِيفيَّة
Flow batteries	بطاريات التدفُّق
Foraging techniques	تقنيات البحث عن الغذاء
Fruitfly	ذبابة الفاكهة
Fusion gene	جين مندمج

G

Gene duplication	تضاعف جيني
Generally Recognized as Safe (GRAS)	مضافات غذائية آمنة
Generic competition	المنافسة النوعية
Genetic lineage	التسلسل الوراثي
Genomic imprinting	الوَسْم/ الخَتْم الجينومي (الطباعة الجينومية)
Geographic Information Systems (GIS)	نظم المعلومات الجغرافية
Global Positioning System	نظام تحديد المواقع العالمي
Glucocorticoids	القِشْرانيات السُّكَّريّة
Gnomon	عقرب ساعة الشمس
Greyhounds	الكلاب السلوقية
Guide RNA	الحمض النووي الريبي الدليل

H

Hackathon	مباراة حاسوبية
Haematopoietic	مُنتِج للدم
HeLa cells	خَلَايا هيلا (سُلالَةٌ من الخَلايا الوَرَمِيَّة)
Heliosphere	الغلاف الشمسي
Hexahexaflexagon	شكل متعدد السُّداسِيّات
High endothelial venules (HEVs)	وُرَيدات متورمة الخلايا البِطانيّة
Huanglongbing	مرض اخضرار الموالح
Human metapneumovirus	الفَيروس التالي لالْتِهابِ الرِّئة البشري
Human respiratory syncytial virus (HRSV)	الفَيروس التَّنَفُّسي المَخْلَوِي البشري
Hypercytokinaemia	فَرْط سيتوكين الدَّم

I

Ice calving	انفصال ثلجي
Ice stream	تيار جليدي
Immunomodulating drugs	العقارات المعدِّلة للمناعة
In vitro fertilization (IVF)	التخصيب في بيئة اصطناعية
In vitro virus high-throughput sequencing	تحليل مجموع التفاعلات الجزيئية للخلية باستخدام فيروس معملي
Inflammasome	جسيم التِهابي
Interneurons	عَصبونات مُتَوَسِّطة
Intestinal villi	الزُّغابات المعوِيَّة

K

Kinetochore	الحَيِّز الحَرَكِيّ

L

La Niña	ظاهرة انخفاض درجة حرارة سطح مياه المحيط عند خط الاستواء
Lamina propria	الصَّفيحة المَخْصوصة المُخاطِيَّة (الأَدَمَة المُخاطِيَّة)
Laminin	اللامينين، البروتينات الصفيحيّة
Lander	مركبة هبوط
Lava domes	القِبَاب الحِمَمِيَّة
Leukaemogenesis	تخليق اللوكيميا
Light-emitting diode	صمام ثنائي باعث للضوء
Long term Hematopoietic stem cells (LT-HSCs)	الخلايا الجذعية المنتجة للدم طويلة الأمد
Lymphangioleiomy-omatosis	الورام العضلي الرئوي في الأوعية اللمفاوية والدموية

M

Macrocyclization	تحليق (انتظام في شكل حلقة) كُلِّيّ ـ تحليق واسع النطاق
Magnetar	نجم مغناطيسي
Martian polar cap	القبعة القطبية المرِّيخيّة
Mastodon	الصِّناج (المستودون) حيوان بائد شبيه بالفيل
Mathematical modelling	نمذجة حسابية
Meridian Arc	قوس الزَّوَال
MERS coronavirus	متلازمة الالتهاب الرئوي التاجي في الشرق الأوسط
Metachondromatosis	ورم غُضْروفيّ فوقي
Metagenomics	جينوميات بيئية
Metalloenzymes	إنْزيمٌ معدني (فِلزِّي)
Metamaterial	المادة الخارقة
Microcephaly	صِغَرُ الرَّأْس
Morphotype	نَمَطٌ شَكْلِيّ
Multidrug tolerant state	حالة تَحَمُّل عقاقير متعددة
Multituberculates	لانابِيّات (حيوانات منقرضة، شبيهه بالقوارض ـ متعدِّدات الدّرنات)
Myomaker	صانع الأَرومَة العَضَلِيَّة
Myosotis scorpioides	زهرة أذن الفأر

N

Nanodiamonds	ماسات نانوية
Neural circuit	دائرة عصبية
Neurodevelopmental disorders	الاضطرابات النَّمائيَّة عَصَبِيَّة المَنْشَأ
Neuroepithelium	الظِّهارَةُ العَصَبِيَّة
Neurogenesis	تَخَلُّقُ النَّسيجِ العَصَبِيّ
Neutrophils	خلايا دم بيضاء (العَدِلات)
Nociceptor	خلية عصبية مستقبِلة للألم
Non-unit fidelity	أمانة غير وَحْدَوِيّة
Nuclear mixing	مزج نووي
Nudge theory	أسلوب الحَثّ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

O

Odometer	عداد المسافة
Optical Amplification	التكبير الضوئي
Organoid	عُضْويّ الشكل ـ عُضَيّ ـ شبيه بالعضو
Organometal	مركَّب عضوي فِلزي

P

Palaeogenomics	علم الجينات الحَفْريَّة
Paw	كَفُ الحَيَوانِ ذاتُ البَراثِنِ/ برثن/ مخلب
Peatlands	أراضي الخُثّ (الفحم الحجري الذي لم يكتمل تَحَوُّله إلى كربون).
Pectoralis major	العَضَلَةُ الصَّدْرِيَّةُ الكُبْرَى
Photoactive	فاعل ضوئيًا
Photoreceptor	مُسْتَقْبِل ضَوئِيّ
Pneumocystosis	داء التكيس الرئوي الفطري
Pollutant Standards Index	دليل معايير المواد الملوثة
Postnatal	بعد الولادة
Pre-pottery Neolithic	بداية العصر الحجري الحديث
Primordial germ cells	خلايا جرثومية أوَّلِيّة
Progression free survival	فترة توقُّف تقدم المرض
Pro-inflammatory	الاستجابات السابقة للالتهابات (طَليعَة/ مُدَعِّمة الالتهابات)
Prometaphase	طَليعَة الطَّورِ التّالي
Protea cynaroides	بروتيا خرشوفية
Protein misfolding	سُوء/خطأ طَيّ البروتين
Proteome	بروتيوم/ البروتين الوراثي
Proteostasis	رُكودٌ بروتيني
Proto-Oncogene	طَليعَة الجين الوَرَمِيّ
Public-key cryptography	تشفير خوارزميّ باستخدام المفتاح العام/ تشفير خوارزميّ غير متماثل

Q

Quantitative phenomenology	عِلْم الظَّواهِرِ الكَمِّيَّة

R

Radiation spike	طفرة إشعاعية
Randomized Controlled trial	تجارب عشوائية مراقَبَة
Recellularization	إعادة الإسكان الخلوي
Reproductive biology	بيولوجيا التناسل
Restoration biology	علم الأحياء التعويضي
Riboswitch	مفتاح انتاج البروتينات الريبى
RNA recognition motif (RRM)	جزئ التعرف على الحمض النووي الريبي
RNA-binding domains (RBDs)	تتابعات الحمض النووي الريبي المرتبطة بالبروتينات

S

Scaffold	الهيكل الداعم
Septic shock	صدمة إنتانيّة
Sequential therapy	علاج تعاقبي
Short hairpin RNA	الحمض النووي الريبي حادّ الانعطاف
Short term Hematopoietic stem cells (ST-HSCs)	الخلايا الجذعية المنتِجة للدم قصيرة الأمد
Signal transduction	عمليات نقل الإشارة
Simian immunodeficiency virus	فيروس نقص المناعة القِرْدِي
Site-specific integration	إعادة اتحاد الجينات في مواقع محددة
Spike protein	البروتين البنيوي للفيروس التاجي
Squirming animals	حيوانات مُتَلَوِّيَة
Star-mapping	رسم الخرائط النجميّة
Supercoiling	فرط الالتفاف
Superlens	عدسة فائقة
Switching Photon	الفوتون المفتاح
Synthetic Biology	البيولوجيا التخليقية

T

Targeted therapy	عقار موجَّه
Teleportation	النقل الفوري
Tetraquark	رُباعي الكواركات
The bacterial type VI secretion system (T6SS)	نظام إفراز النوع السادس البكتيري
Time-bin qubit	خانة زمنية واحدة
Topoisomerases	توبوإيزومرازات (إنزيمات لف وفك الحمض النووي)
Translational Medicine	الطب المتعدي
Trisomy	التَّثَلُّث الصِّبْغِيّ
Tuberous sclerosis complex	التصلُّب الدرني المُعَقَّد
Tusi Couple	مزدوجة الطوسي

U

Ubiquitylation	عملية إضافة اليوبيكويتين (بروتين منظم)

V

Variant	عامل مُتَغَايِر
Vascularised tissue	أنسجة تكوُّن الأوعية
Voltammetry	القياس الفولتي

W

Whole genome sequencing	التسلسل الكامل للجينوم
Wingspan	طول الجناح كله(من الطرف إلى الطرف الآخر)

X

X-ray diffraction measurements	قياسات حيود الأشعة السينية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

راكِب الأمواج

درب الحب الحقيقي.

بول دي فيليبو

في بقعةٍ تبعد مئة ميل بحري تقريبًا شمالي شرق ميناء هيلو المحلي في هاواي، وأثناء دوريّة روتينيّة في المصائد، التقى أحد حراس خفر السواحل الأمريكية ـ وهو على متن المركب «كيسكا» ـ براكِب للأمواج.

وإذ وقف على الجسر، وحَدَّق في منظاره الرقمي الذي يتمتع بإمكانية التسجيل، أخذ كابتن دون رافين يسب ويلعن، غير عابئٍ بما قد يعنيه ذلك الطيش في سجلاته الرسمية. فراكب الأمواج الأبله هذا سيجشِّمه مشقة كتابة الكثير من الورق، وسيؤخره. وللحظةٍ، فكَّر في أن يترك هذا الساذج يلقى حتفه، ولكنْ فجأةً خطرت على باله ـ على غير العادة ـ كلمات نشيد خفر السواحل «سِمبر باراتوس»: «مهمتنا ومصدر فخرنا / قَهْر العدو، أو إنقاذ المعاق». تنفَّس كابتن رافين الصعداء، ونَحَّى منظاره جانبًا، وخاطب الرائد البحري بيلي شيفر بحزنٍ وأسى.

«هل أرسلتَ رسالة إلى تلك الغواصة الأوتوماتيكية بعد أيها الرائد؟ ربما مصرَّح لها أن تحمِل فنيًّا أو عالِمًا لفترة وجيزة».

«لا يا سيدي.. فهي من طراز «مانتا» من شركة الروبوتات السائلة المرخصة لمجموعة سي-مور بمعهد هاواي للأحياء البحرية. إنها غواصة تتحرك بالكامل دون سائق، ومهمتها إجراء عمليات المسح الميكروبي البيئي تحت الماء».

«حسنًا، لا بد أنّ لدينا سائقًا غير مصرَّح له بالقيادة. دعنا نلقي القبض عليه». أضاف كابتن رافين، بعد أن استسلم لنزعة مفاجئة: «سأستقل القارب أيها الرائد. مركب «كيسكا» تحت تصرفك الآن».

عند الجانب الأيمن من المركب، شرع البحّارة في فك القارب القابل للنفخ، وإعداده للانطلاق. وبعد أن ارتدى سترة الإنقاذ الخاصة به، سرعان ما ركب قاربه الذي انطلق يمخر عباب المياه الخضراء الدافئة.

لا بد أنّ راكب الأمواج أحسّ باقترابهم فقط بفعل الذبذبات، لكنْ لم يكن هناك مفرّ أمامه، ولم يكن بوسعه شيء يفعله. ولذلك.. فقد طفق يتتبع أثر الغواصة التي تسير دون سائق، وتتحرك على مهل بطول الحبل الطويل الذي ربطه بصاريها الثقيل.

كانت الغواصة ـ طراز «مانتا» ـ تتمتع بهيكل أملس يساعدها على الحركة بسلاسة بواسطة مستشعِرات، وألواح شمسية، وأجهزة اتصالات حديثة. وتحت المياه، بعيدًا عن مجال الرؤية، كانت هناك مجموعة ريشات المراوِح التي تدفع الغواصة بدون سائق ببساطة عن طريق استغلال الحركة الرأسية المستمرة للغواصة صعودًا وهبوطًا.

كان كابتن رافين متأهبًا لرؤية راكِب الأمواج الذي يحمل معدات أمثاله من المتهوِّرين الهواة، لكن من المدهش أنّ راكب الأمواج هذا كان يحمل معدات متقدِّمة جدًّا. هل يمكن أن يكون قرصانًا، أو إرهابيًّا؟ ماذا يمكن أن يكون هدفه بالتحديد وهو يجوب هذا المكان البعيد وحده؟ والأدهى أنه لم يكن يسير في حارة مخصَّصة للسفن، والغواصة «مانتا» بلا شك مبرمَجة بحيث تتفادى مثل هذه الممرات المزدحمة. ومع ذلك.. لم يكن كابتن رافين ليخاطِر بأيّ حال من الأحوال، ولذلك فقد أمر واحدًا من رجاله بأنْ يوجِّه سلاحه إلى المعتدي.

وسرعان ما أمسكا بالرجل، وتحفَّظا عليه فوق القارب. لم يُبْدِ راكِبُ الأمواج أية مقاومة على الإطلاق. والصعوبة الوحيدة التي واجهتهم كانت تتمثل في التعامل مع شبكة الصيد الضخمة التي كانت ملتصقة به، وتجرّ شيئًا خفيًّا تحت المياه.

لم يحرك راكِبُ الأمواج ساكنًا، إذ جلس تحت تهديد الحراس المسلَّحين، ولم يُبْدِ جسده ـ الملفوف في حلة غوص شبيهة بتلك التي يرتديها الأبطال، والواصلة حتى رأسه ـ أيّ قلق أو عصبية. وبدلاً من ذلك.. رفع يديه ببطء، ليزيل عن وجهه نظارته، وجهاز التنفس الخاص به الذي لم يتعدَّ كونه أنبوب تنفس للغوص السطحي تحت الماء؛ ليكشف عن وجه ودود، اكتسب سُمْرَةً من فرط ركوب الأمواج، وعينين زرقاوين، وابتسامة عريضة حَيَّا بها المتحفظين عليه.

«مرحبًا، يا صاح. كيف الحال؟ هل أساعدكم بشيء؟»

حدّق كابتن رافين بذهول قائلاً: «ما اسمك؟»

«آندي ويدن، لكن يمكنك أن تناديني بـ«ويـــــد». هذا ما يناديني به الجميع».

«هل تعلم أنك تتعدَّى على ممتلكات معهد هاواي للأحياء البحرية، يا سيد ويدن؟»

«كيف خطر ذلك على بالك يا صاحِ؟ إنهم لا يملكون المحيط. لا أحد يملك المحيط».

«لكن هذه منطقتهم المسجَّلة باسمهم. إنها الملكية القانونية للمعهد».

«أعلم ذلك.. ولكنْ كل ما في الأمر أنني انحرفت عن جادة الطريق دون قصد».

«هراء. لقد كنتَ مربوطًا بصاري الغواصة».

«حسنًا، حسنًا، أعترف أنني كنت أركب الموج متطفلًا، لكنني لم أُلْحِق ضررًا بأحد».

«وإلى أين كنتَ تتجه تحديدًا؟»

«هذا المِجَسّ مبرمج بحيث يصل إلى مسافة عشرة أميال من ميدواي. وكنت أنوي أنْ أكمل الطريق سباحةً حتى الشاطئ».

فغر كابتن رافين فاه، وقال: «ولكن.. ولكن هذه المسافة تقدَّر بـألف وخمسمئة ميل بحري! وحسب السرعة التي تتحرك بها الغواصة «مانتا»، مِن المقدَّر أن تصل إلى وجهتك في غضون ستة أسابيع!»

«ما من مشكلة يا رفاق! فنظارتي ذكية، وسماعات الأذن خاصتي ذات جودة عالية، وأدوات التحكم اللمسيّة الخاصة بي رائعة للغاية. والخبر الذي جاءني عن الغواصة «مانتا» عن طريق شبكة الإنترنت كان مثيرًا! إضافة إلى ذلك.. فقد كنت بحاجة إلى التفكير برويّة وإمعان. ولذلك.. فلا بأس إنْ استغرقني الأمر ستة أسابيع. صديقتي تعيش في ميدواي. وقد نشب بيننا شجار بشع، ورَحَلْتُ قبل أن أجد الفرصة للاعتذار لها، ومصالحتها. إنها تعمل في «هيئة السَّمَك والحياة البرية» بالجزيرة المرجانية الحلقية. ولقد حظروا دخول المدنيين جميعًا، بسبب الموقف الصيني الغبي. وكانت هذه هي الوسيلة الوحيدة التي أستطيع من خلالها الوصول إليها».

«كيف كنت تنوي النجاة من الموت؟»

طاب لـ«ويـد» أن يفسر لهم.. فقد كانت حلة الغوص الذكية الخاصة به تستخدِم أغشيةً نانويّة من الجرافين؛ لتحلية كميات كبيرة من مياه البحر؛ لاستخدامها كمياه صالحة للشرب، وكان يحمل مجموعة من أحجار المغناطيس النابضة التي تقيه سَمَك القرش، بالإضافة إلى شبكته الكبيرة التي كانت تجمع له سَمَك الكريل، وتعالجه بحيث تُحِيلُه إلى معجون مغذٍّ، يتم توجيهه إلى حقيبة من طراز «كامِل باك» لحفظه.

واختتم «ويد» تفسيره متباهيًا: «يمكنكم القول إنني باخرة سياحية فارهة فحسب!»

ارتفع القارب القابل للنفخ، حتى اقترب من مركب الدوريّة. وبدا ويد بائسًا.

«أيها الرفاق.. إنكم لن تقفوا في طريق الحب الحقيقي، أليس كذلك؟»

نظر كابتن رافين إلى بحارته مبتسمًا، ثم قال: «ألقوا به إلى الخلف، فهو خفيف الوزن». ■

بول دي فيليبو سيتم طرح كتابه الخامس والثلاثين بالأسواق من قِبَل دار نشر «وايلدسايد برس» Wildside Press على شكل مجموعة قصصية، تحت عنوان «*The Great Jones Coop Ten Gigasoul Party*» خلال العام الجاري.

JACEY

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية